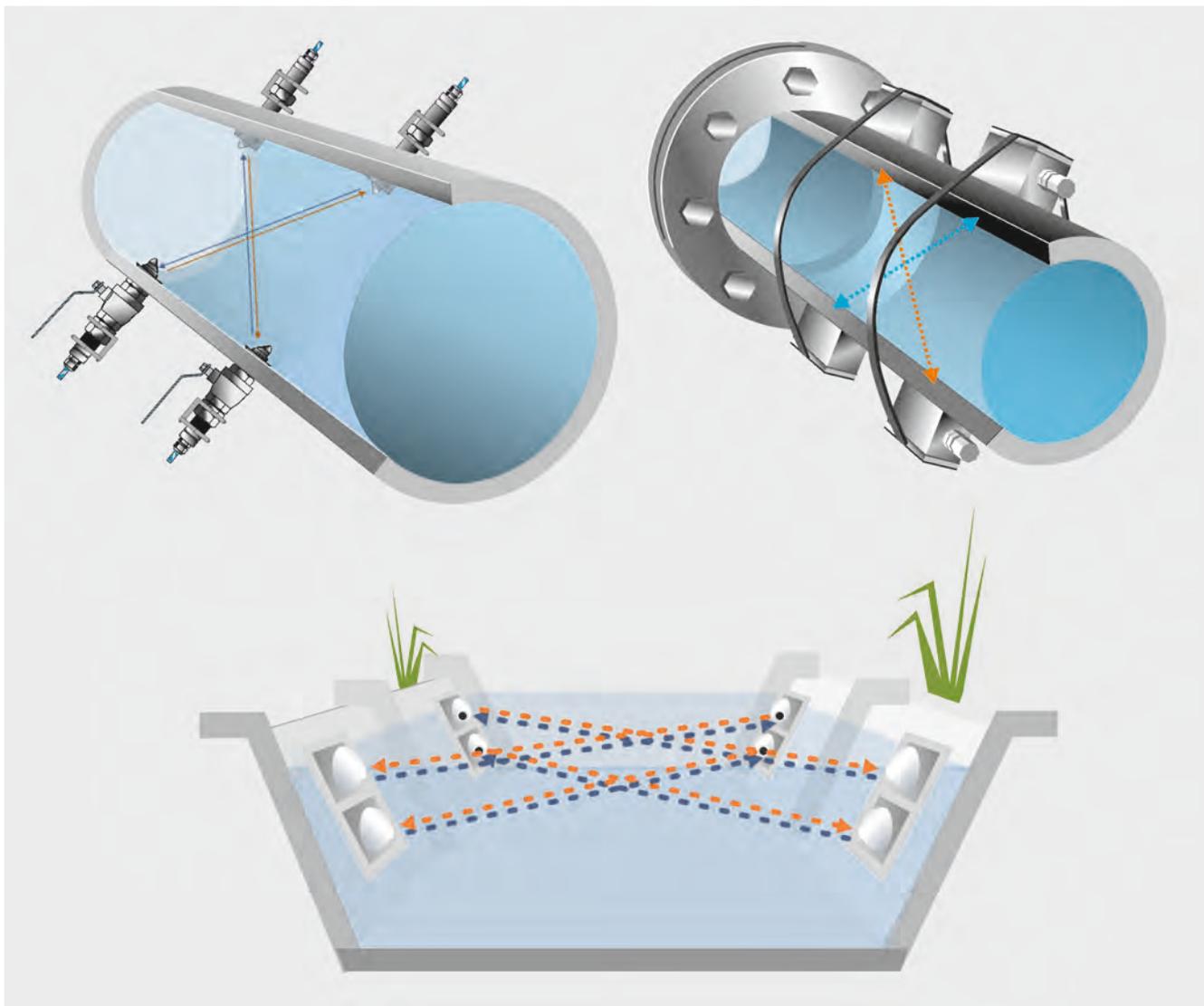


## Manuel d'installation pour capteurs à temps de transit



Rév. 02 / 22.10.2018

Original du manuel: allemand - Rév. 02 du 07.08.2018

**NIVUS AG**

Burgstrasse 28  
8750 Glarus, Suisse  
Tél.: +41 (0)55 6452066  
Fax: +41 (0)55 6452014  
swiss@nivos.com  
www.nivos.de

**NIVUS Austria**

Mühlbergstraße 33B  
3382 Loosdorf, Autriche  
Tél.: +43 (0) 2754 567 63 21  
Fax: +43 (0) 2754 567 63 20  
austria@nivos.com  
www.nivos.de

**NIVUS Sp. z o.o.**

ul. Hutnicza 3 / B-18  
81-212 Gdynia, Pologne  
Tél.: +48 (0) 58 7602015  
Fax: +48 (0) 58 7602014  
biuro@nivos.pl  
www.nivos.pl

**NIVUS France**

14, rue de la Paix  
67770 Sessenheim, France  
Tél.: +33 (0)3 88071696  
Fax: +33 (0)3 88071697  
info@nivos.fr  
www.nivos.fr

**NIVUS Ltd., Royaume-Uni**

Wedgewood Rugby Road  
Weston under Wetherley  
Royal Leamington Spa  
CV33 9BW, Warwickshire  
Tél.: +44 (0)8445 3328 83  
nivosUK@nivos.com  
www.nivos.com

**NIVUS Middle East (FZE)**

Building Q 1-1 ap. 055  
P.O. Box: 9217  
Sharjah Airport International  
Free Zone  
Tél.: +971 6 55 78 224  
Fax: +971 6 55 78 225  
middle-east@nivos.com  
www.nivos.com

**NIVUS Korea Co. Ltd.**

#2502 M Dong, Technopark IT Center,  
32 Song-do-gwa-hak-ro, Yeon-su-gu,  
INCHEON, Korea 21984  
Tél.: +82 32 209 8588  
Fax: +82 32 209 8590  
korea@nivos.com  
www.nivos.com

**NIVUS Vietnam**

21 Pho Duc Chinh, Ba Dinh  
Hanoi, Vietnam  
Tél.: +84 12 0446 7724  
vietnam@nivos.com  
www.nivos.com

## Droit d'auteur et de propriété intellectuelle

Le contenu de ce manuel d'instruction ainsi que les tableaux et dessins sont la propriété de NIVUS GmbH. Ils ne peuvent être ni reproduits, ni dupliqués sans autorisation expresse écrite.

Toute infraction engage à des dommages-intérêts.



---

### **Remarque importante**

*Ce manuel ne peut – même en partie – être reproduit, traduit ou rendu accessible à un tiers sans l'autorisation écrite expresse de NIVUS GmbH.*

---

### **Traduction**

Dans le cas de livraison dans les pays de la zone euro, le manuel est à traduire dans la langue du pays utilisateur.

Dans le cas de discordances, quant au texte à traduire, l'original de ce manuel (allemand) est à consulter pour clarification ou le fabricant à contacter.

### **Copyright**

La retransmission ainsi que la reproduction de ce document, l'utilisation et la communication de son contenu sont interdits, à moins d'un accord explicite. Des infractions obligent à des dommages-intérêts. Tous droits réservés.

### **Noms d'usage**

La reproduction de noms d'usage, de noms commerciaux, de désignation de la marchandise et cetera dans ce manuel n'autorise pas à supposer que de tels noms puissent être utilisés n'importe comment par n'importe qui. Il s'agit souvent de marques déposées, même si elles ne sont pas toujours caractérisées comme telles.

## Tables des matières

<b><u>Droit d'auteur et de propriété intellectuelle</u></b>	<b>3</b>
<b><u>Tables des matières</u></b>	<b>4</b>
<b><u>Généralités</u></b>	<b>6</b>
1 A propos de ce manuel .....	6
1.1 Autres documents applicables .....	6
1.2 Caractères et définitions utilisés.....	7
1.3 Abréviations utilisées.....	7
1.3.1 Codes de couleurs pour câbles, fils séparés et composants .....	7
<b><u>Consignes de sécurité</u></b>	<b>8</b>
2 Symboles et termes d'avertissement utilisés.....	8
2.1 Explication relative à l'évaluation des niveaux de risque.....	8
2.2 Avertissement figurant sur l'appareil (option) .....	9
3 Mesures particulières de précaution et de sécurité .....	9
3.1 Marquages spéciaux sur l'appareil .....	10
4 Clause de non-responsabilité.....	10
5 Utilisation conforme.....	10
6 Obligations de l'exploitant.....	11
7 Exigences relatives au personnel .....	11
<b><u>Description du produit</u></b>	<b>12</b>
8 Aperçu des capteurs .....	12
<b><u>Montage et fixation des capteurs</u></b>	<b>13</b>
9 Instructions générales pour la fixation des capteurs.....	13
10 Instructions de montage .....	13
11 Choix des parcours de tranquillisation .....	14
11.1 Conditions générales.....	14
11.1.1 Aide au choix/évaluation du point de mesure.....	14
11.2 Conditions dans des conduites et canaux fermés.....	15
11.3 Conditions dans des cours d'eau et des canaux ouverts .....	15
11.4 Influences sur la mesure de vitesse d'écoulement .....	15
11.5 Capteurs en remplissages partiels .....	19
11.6 Capteurs en conduites pleines .....	21
12 Montage et positionnement des capteurs .....	23
12.1 Remarques générales .....	23
12.2 Configurations possibles du site.....	24
12.3 Calcul de la profondeur d'eau minimale pour l'application .....	26
12.4 Capteurs tubulaires type NOS.....	28
12.5 Capteurs hémisphériques type NOS.....	31
12.6 Capteurs hydrodynamiques type NIS .....	31
12.7 Capteurs cylindriques type NIS .....	35
12.8 Capteurs à visser et à insertion type NOS .....	47
12.9 Capteurs Clamp-On .....	53

12.9.1	Généralités.....	53
12.9.2	Capteurs Clamp-On type NIC0.....	53
12.9.3	Capteurs Clamp-On type NIC-CO01 .....	56
13	Alignement des capteurs.....	60
13.1	Généralités .....	60
13.2	Capteurs tubulaires .....	62
13.3	Capteurs hydrodynamiques .....	62
13.4	Capteurs hémisphériques .....	63
13.5	Capteurs cylindriques, capteurs à visser et à insertion.....	64
<b><u>Accessoires et aides au montage</u></b>		<b>65</b>
14	Support de fixation et tôle de protection pour capteurs tubulaires.....	65
15	Dispositif de fixation pour capteurs hémisphériques.....	70
16	Manchon à souder pour capteurs cylindriques .....	70
17	Collier de prise en charge pour capteurs cylindriques .....	71
18	Vanne d'isolement pour capteurs cylindriques .....	76
19	Foret et rallonge pour capteurs cylindriques .....	77
20	Tôle de protection du câble.....	77
21	Système de rail pour capteur Clamp-On NIC0 .....	78
22	Système de fixation pour capteurs Clamp-On NIC-CO01 .....	79
<b><u>Références bibliographiques</u></b>		<b>81</b>
<b><u>Index des mots-clés</u></b>		<b>82</b>

## Généralités

### 1 A propos de ce manuel

---



**Remarque importante**

*A LIRE ATTENTIVEMENT AVANT UTILISATION.*

*A CONSERVER POUR UNE UTILISATION ULTÉRIEURE.*

---

Ce manuel sert à l'installation et à la connexion de capteurs temps de transit aux transmetteurs NIVUS et est exclusivement destiné à un personnel qualifié.

Veillez lire ce manuel attentivement et complètement avant installation et raccordement. Il contient des informations importantes sur le produit. Respectez et suivez les consignes de sécurité et d'avertissement.

Conservez soigneusement ce manuel et assurez-vous qu'il est disponible à tout moment et consultable par l'exploitant du produit.

Si vous rencontrez des problèmes de compréhension sur le contenu de ce manuel, contactez le fabricant ou une des filiales pour toute assistance. Le fabricant ne peut pas assumer la responsabilité pour des préjudices matériels ou corporels causés par des informations de ce manuel mal comprises.

Lors de la cession des capteurs, ce manuel d'utilisation doit également être délivré. Ce manuel fait partie de la livraison.

La description du fonctionnement du transmetteur et des capteurs temps de transit connectables fait partie intégrante du manuel d'instruction / de la description technique correspondante.

#### 1.1 Autres documents applicables

Pour l'installation et le fonctionnement du système complet, en plus de ce manuel, des manuels ou descriptions techniques supplémentaires sont nécessaires.

- Manuel d'instruction pour le transmetteur correspondant
- Description technique pour capteurs par temps de transit

Ces manuels sont joints aux appareils additionnels ou capteurs ou peuvent être téléchargés sur notre site NIVUS.

## 1.2 Caractères et définitions utilisés

Illustration	Signification	Remarque
	Action	Exécutez les étapes d'actions. Pour les actions numérotées, veuillez prendre en compte l'ordre prédéterminé!
	Renvoi	Renvoi à des informations plus détaillées ou complémentaires.
>Texte<	Paramètre ou menu	Signale un paramètre ou un menu à sélectionner ou qui sera décrit.
	Documentation Renvoi	Renvoi à une documentation associée.

Tab. 1 Eléments caractéristiques dans ce manuel

## 1.3 Abréviations utilisées

### 1.3.1 Codes de couleurs pour câbles, fils séparés et composants

Les abréviations des couleurs pour l'identification de câbles, fils ainsi que pour des composants répondent au code de couleurs international selon IEC 757.

BK	noir	RD	rouge	TR	transparent
BU	bleu	WH	blanc	GNYE	vert/jaune
GN	vert	YE	jaune	BN	brun
GY	gris	PK	rose		

## Consignes de sécurité

### 2 Symboles et termes d'avertissement utilisés

#### 2.1 Explication relative à l'évaluation des niveaux de risque



Le symbole général d'avertissement signale un danger pouvant entraîner des blessures ou la mort. Dans la partie texte, le symbole général d'avertissement est utilisé en relation avec les mots de signalisation décrits ci-dessous:

**DANGER**

**Avertissement pour risque élevé**



Signale un danger **direct** à haut risque pouvant entraîner la mort ou de graves blessures corporelles s'il n'est pas évité.

**AVERTISSE-  
MENT**

**Avertissement pour risque moyen et dommages corporels**



Signale un **possible** danger à risque moyen pouvant entraîner la mort ou de (graves) blessures corporelles s'il n'est pas évité.

**ATTENTION**

**Avertissement pour dommages corporels ou matériels**



Signale un danger potentiel avec faible risque, pouvant entraîner des dommages corporels ou matériels légers ou modérés s'il n'est pas évité.

**AVERTISSE-  
MENT**

**Danger – risque électrique**



Signale un danger direct dû à un choc électrique, avec haut risque pouvant entraîner la mort ou de graves blessures corporelles s'il n'est pas évité.



**Remarque importante**

Contient des informations qui doivent être soulignées. Indique une situation potentiellement dangereuse, pouvant endommager le produit ou quelque chose située à proximité si elle n'est pas évitée.



**Remarque**

Contient des conseils ou informations.

## 2.2 Avertissement figurant sur l'appareil (option)



### **Avertissement général**

Ce symbole renvoie l'exploitant ou l'utilisateur au présent manuel d'instruction. La prise en compte des informations qu'il contient est importante afin d'assurer la protection offerte par l'appareil lors de son installation et de son exploitation.



### **Connexion conducteur de protection**

Ce symbole renvoie à la connexion du conducteur de protection de l'appareil. En fonction du type d'installation, l'appareil ne devra être exploité, conformément aux lois et réglementations en vigueur, qu'avec un raccordement à la terre approprié.

## 3 Mesures particulières de précaution et de sécurité

Lors de travaux avec des appareils NIVUS, vous devez, à tout moment, observer et suivre les consignes de précaution et de sécurité générales. Ces avertissement et instructions ne seront pas répétés lors de chaque description dans ce manuel.

---

AVERTISSE-  
MENT



### **Exposition à des germes dangereux**

En raison d'une utilisation fréquente des capteurs dans les eaux usées, des parties peuvent être chargées de germes dangereux. Par conséquent, des précautions appropriées doivent être prises lors du contact avec câbles et capteurs.

Portez des vêtements de protection.

---

AVERTISSE-  
MENT



### **Respectez les consignes de sécurité au travail!**

Avant et lors de travaux de montage, vérifiez et respectez impérativement toutes les consignes de sécurité au travail.

Le non-respect peut entraîner des dommages corporels.

---

AVERTISSE-  
MENT



### **Ne pas modifier les dispositifs de sécurité!**

Il est strictement interdit de mettre hors service les dispositifs de sécurité ou de modifier leur fonctionnement.

Le non-respect peut entraîner des dommages corporels ou des dommages matériels.

---

AVERTISSE-  
MENT



### **Débranchez l'appareil du réseau électrique**

Débranchez l'appareil du réseau électrique avant de démarrer des travaux de maintenance, de nettoyage et ou de réparation (uniquement par un personnel qualifié).

Le non-respect peut entraîner une décharge électrique.

---

**ATTENTION****Prévention du risque de décharge électromagnétique**

Évitez des mouvements inutiles pour réduire l'accumulation statique.  
Avant de démarrer l'installation des capteurs, éliminez l'électricité statique présente sur votre corps.

Le non-respect peut entraîner des dysfonctionnements du système, voire la défaillance des appareils.

**Mise en service uniquement par un personnel qualifié**

L'ensemble du système de mesure ne doit être installé et mis en service que par du personnel qualifié.

### 3.1 Marquages spéciaux sur l'appareil

Les indications sur le câble du capteur font partie de la livraison et ne doivent pas être supprimées.



Fig. 3-1 Indications sur le capteur cylindrique

## 4 Clause de non-responsabilité

Le fabricant se réserve le droit de modifier sans préavis le contenu du document y compris cette clause de non-responsabilité et n'est en aucun cas responsable d'éventuelles conséquences suite à de telles modifications.

Pour la connexion, la mise en service et l'exploitation ainsi que pour la maintenance de l'appareil, les informations suivantes ainsi que les réglementations en vigueur dans le pays, telles que les prescriptions Ex ainsi que les prescriptions et préventions de sécurité sont à respecter.

Toutes les manipulations, autres que des opérations de montage et de connexion, sont pour des raisons de sécurité et de garantie strictement réservées au personnel NIVUS ou à des personnes ou entreprises autorisées par NIVUS.

L'appareil ne doit être exploité qu'en parfait état technique.

**Mauvaise utilisation**

Une mauvaise utilisation peut compromettre la sécurité. Le fabricant décline toute responsabilité pour des erreurs résultant d'une mauvaise manipulation.

## 5 Utilisation conforme

Ce manuel d'installation est un complément aux manuels d'utilisation/descriptions techniques du convertisseur de mesure/capteurs respectifs. Il se rapporte uniquement au montage des capteurs et à la pose de câbles des types de capteurs décrits:

- NIS Capteur hydrodynamique et cylindrique
- NOS Capteurs tubulaire, hémisphériques et sphériques réglables
- NOS Capteurs à visser et à insertion
- NIC0 et NIC- Capteurs Clamp-On

Les schémas de connexion des capteurs et convertisseurs de mesure ainsi que les déclarations de conformité CE et attestations d'examen CE type sont spécifiés dans les manuels d'utilisation correspondants.

## 6 Obligations de l'exploitant

---



### **Remarque importante**

*Dans l'EEE (Espace Economique Européen) observez et respectez dans la version légale la convention nationale des directives générales (89/391/EWG) ainsi que les directives individuelles s'y rapportant et particulièrement la directive (2009/104/EG) relative aux prescriptions minimales quant à la sécurité et à la protection sanitaire lors de l'utilisation par les employés de moyens de production au cours de leur travail.*

---

L'exploitant doit se procurer le permis local d'exploitation et observer les obligations qui y sont liées. En outre, il doit respecter les exigences environnementales et les réglementations légales locales pour:

- La sécurité du personnel (réglementation sur la prévention des accidents)
- La sécurité des moyens de production (équipements de sécurité et de maintenance)
- La dépollution du produit (loi sur les déchets)
- La dépollution du matériel (loi sur les déchets)
- Le nettoyage (produit de nettoyage et dépollution)

### **Connexions**

Avant la mise en fonctionnement de l'appareil, l'exploitant s'assurera que les prescriptions locales, quant au montage et à la mise en service, ont été respectées.

## 7 Exigences relatives au personnel

L'installation, la mise en service et la maintenance ne doivent être réalisées que par un personnel qui remplit les conditions suivantes:

- Un personnel qualifié avec une qualification et une formation adéquates
- Autorisation par l'exploitant du site



### **Personnel qualifié**

*Au sens de ce manuel et des avertissements sur le produit même, il s'agit de personnes qui sont expérimentés dans l'implantation, le montage, la mise en service et l'exploitation du produit et qui possèdent les qualifications appropriées, telles que par exemple.*

- I. La formation ou l'autorisation de mettre sous et hors tension des circuits électriques et des appareils/systèmes, conformément aux pratiques de sécurité établies, de mettre à la terre et de caractériser.*
  - II. Formation ou enseignement conformément aux pratiques de sécurité établies en entretien et utilisation d'équipements de sécurité appropriés.*
  - III. Formation aux premiers secours.*
-

## Description du produit

### 8 Aperçu des capteurs



- 1 Capteur cylindrique, type NIS-V200RT
- 2 Capteur à visser, type NOS-V2E00
- 3 Capteur à insertion, type NOS-V2S00
- 4 Capteur de vitesse d'écoulement sphérique réglable type NOS-V20BS, avec utilisation CFK 20 mm
- 5 Capteur de vitesse d'écoulement hémisphérique type NOS-V30BS, avec utilisation CFK 40 mm, avec support
- 6 Capteur tubulaire type NOS-V40, avec utilisation CFK 65 mm (200 KHz)
- 7 Capteur de vitesse d'écoulement hydrodynamique type NIS-V280KS
- 8 Capteur tubulaire type NOS-V20, avec utilisation CFK 20 mm, avec rallonge
- 9 Paire de capteurs Clamp-on type NIC-CO01
- 10 Capteur tubulaire type NOS-V30, avec utilisation CFK 40 mm
- 11 Paire de capteurs Clamp-on type NIC0 (marqués d'un flèche de sens d'écoulement)
- 12 Capteur cylindrique, type NIS-V200RL

**Fig. 8-1 Aperçu capteurs de vitesse d'écoulement**

## Montage et fixation des capteurs

### 9 Instructions générales pour la fixation des capteurs

Avant de démarrer les travaux de montage, il est primordial de prendre connaissance des instructions générales et des indications relatives à la fixation des capteurs. Le non-respect de ces indications peut provoquer le dysfonctionnement des mesures. Le fabricant rappelle explicitement que toutes les autorisations doivent être obtenues et toutes les consignes de travail respectées.

#### AVERTISSE- MENT



#### **Mesures de prévention**

*Avant de démarrer les travaux de montage, vérifiez toutes les mesures de sécurité. De même, évitez absolument tout risque potentiel dû à des gaz explosifs. Le cas échéant, prendre toutes les mesures de sécurité nécessaires.*

*Le non-respect peut entraîner des dommages corporels.*

#### ATTENTION



#### **Consignes de sécurité**

*Le montage peut nécessiter l'intervention de plongeurs. L'intervention de plongeurs exige le respect de règles de sécurité particulières. Cette intervention requiert une préparation particulière, prévoir les autorisations auprès des autorités compétentes.*

*L'entreprise de montage mandatée doit disposer de l'expertise technique requise ainsi que les autorisations valides pour un montage sous l'eau.*

*Le non-respect peut entraîner des dommages corporels.*



#### **Connaissances: normes**

*L'exigence pour le choix correct et fiable du site de mesure ainsi que le montage de capteurs dans des cours d'eau ou rivières est l'adaptation des compétences aux normes DIN EN-ISO 748 et DIN EN ISO 6416.*

#### **Connaissances: ouvrages de mesure par ultrasons**

*L'entreprise exécutante doit disposer d'une expertise solide et d'une expérience en matière d'installation et de mise en service de systèmes de mesure à ultrasons sur des applications à remplissage partiel.*

*Dans le cas contraire, contactez le service MES de NIVUS ou une entreprise spécialisée autorisée.*

#### **Autorisation de(s) autorité(s) compétente(s)**

*Avant le montage des capteurs sur des piles de pont, des berges, des épis etc.; lors de la pose de câbles ainsi que de l'exploitation de l'ouvrage dans des eaux publiques, une autorisation de(s) l'autorité(s) compétente(s) doit être obtenu.*

### 10 Instructions de montage

Les instructions suivantes s'appliquent dans une large mesure à tous les capteurs. Il existe bien sûr des différences entre les modèles de capteurs. On doit différencier entre capteurs mouillés et non mouillés, comme lors d'applications sur des conduites pleines ou partiellement remplies. Les capteurs clamp-on, par exemple, sont utilisés sur des conduites entièrement remplies, ils sont montés à l'extérieur de la conduite. Dans ce cas, les conditions d'écoulement sont insignifiantes et n'entravent pas le matériel de montage.

- Utilisez exclusivement du matériel de fixation anticorrosion.

- Fixez les capteurs mis en œuvre de manière permanente et fiable de sorte que les surfaces d'émission des capteurs de vitesse de chaque corde de mesure soient alignées exactement les unes par rapport aux autres.
- Le matériel de fixation, livré en option, est conçu pour des conditions d'écoulement normales sur le point de mesure. Dans des cours d'eau ou canaux où dominent d'importantes vitesses d'écoulement, d'autres conditions s'appliquent. Sélectionnez le matériel de montage de sorte que les capteurs résistent à toutes les contraintes mécaniques pouvant se produire sur le site de mesure.
- Dans le cas d'une contrainte intense, prévoir une protection mécanique optimisée au flux devant les capteurs ou un montage encastré des capteurs.

La construction pour la fixation des capteurs doit garantir les points suivants:

- Le réglage de la direction horizontale doit être indépendant de l'ajustement vertical.
- Lors de l'alignement, un affichage précis avec une tolérance admissible de  $\pm 1^\circ$  par rapport à la direction au-dessus de la surface de l'eau (p. ex. à l'aide d'un dispositif portable).
- Un alignement précis de  $\pm 1^\circ$  sur le plan vertical.
- Prévoir un démontage aisé des capteurs pour des travaux de maintenance ou de nettoyage afin d'éviter l'intervention de plongeurs ou d'équipements spéciaux.
- Prévoir si possible un montage efficace pour éviter un nouvel alignement à l'issue de la maintenance.

## 11 Choix des parcours de tranquillisation

### 11.1 Conditions générales

De bonnes conditions hydrauliques sont des conditions préalables pour un bon fonctionnement de la mesure. Par conséquent, respectez les parcours de tranquillisation hydrauliques nécessaires.

- Lors de mesures en canaux ouverts et cours d'eau, le point de mesure doit avoir une section d'écoulement définie et constante. Le point de mesure doit disposer d'un profil d'écoulement bien développé et si possible de vitesse constante.  
Le point de mesure doit être tel qu'il réponde aux normes DIN EN ISO 748 et DIN EN ISO 6416.
- Evitez des chutes, des banquettes, des chicanes, des variations dans le profil de la conduite, des modifications de pentes ou des conduites d'amenée latérales directement en amont ou en aval de la mesure.

Les schémas Fig. 11-7 à Fig. 11-11 présentent des exemples d'applications très appropriées, moins adaptés et problématiques. Ils permettent de définir le site de mesure adéquat et d'interpréter certains états hydrauliques critiques dominants.

#### 11.1.1 Aide au choix/évaluation du point de mesure

En cas d'incertitude quant au choix ou à l'évaluation du site de mesure, contactez votre filiale NIVUS ou le service clientèle interne ([sales@nivus.com](mailto:sales@nivus.com)) chez NIVUS GmbH à Eppingen.

Pour l'évaluation du point de mesure, les documents suivants doivent être fournis:

- Croquis ou dessins
- Photos du point de mesure prévu

## 11.2 Conditions dans des conduites et canaux fermés

- Lors de mesures dans des conduites, sélectionnez le parcours de mesure de telle sorte que, dans des conditions d'exploitation normales, aucun dépôt (sable, cailloux, boues) ne soit présent.
- Des conduites pleines ont tendance, à partir d'un taux de remplissage d'env. 80 % du diamètre nominal, à se remplir totalement. Pour éviter dans ce cas des pulsations concomitantes sur le parcours de mesure, le diamètre requis doit être déterminé de sorte que, indépendamment de  $Q_{\min}$  et  $Q_{\max}$  lors d'écoulement normaux (2QTV), le taux de remplissage dans la conduite ne dépasse pas 80 %.
- Evitez des modifications de pentes sur le parcours de mesure.
- Le parcours d'amenée doit être au moins de 5x DN, le parcours de sortie de 2x DN. Lors de changements ou de perturbations de l'hydraulique résultant de la perturbation du profil d'écoulement, des parcours de tranquillisation plus longs peuvent éventuellement être nécessaires.

## 11.3 Conditions dans des cours d'eau et des canaux ouverts

Dans les cours d'eau, veuillez prendre en compte les critères suivants:

- Le lit de rivière devrait être stable et ne pas présenter de dépôts ni de nids de poule.
- Une configuration stable des berges est importante et ne devrait pas être enclin à modifications.
- Ni algues, pierres, poteaux banquettes seuils ou équivalents ne devraient se situer sur le parcours de mesure.
- Le point de mesure ne doit pas être installé en aval d'amenées d'eaux de refroidissement ou d'écoulements de bras morts (gradient de température).
- La présence éventuelle de limon, boues ou dépôts de sédiments ne doivent pas influencer le trajet de l'ultrason.

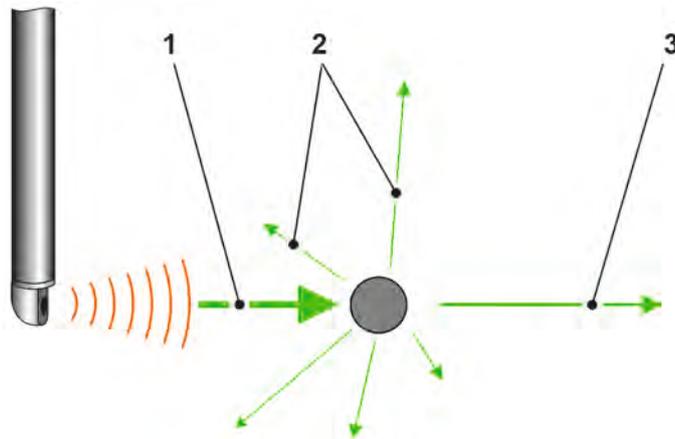
## 11.4 Influences sur la mesure de vitesse d'écoulement

### Matières en suspension

Si un signal ultrasonore est émis dans l'eau, une partie de l'énergie des ondes ultrasonores se perd. Le signal est ainsi atténué. Cette atténuation signifie que l'intensité du signal réceptionnée diminue par rapport au signal de sortie. Une atténuation trop intense du signal peut provoquer la défaillance de la mesure.

L'atténuation des ondes ultrasonores est due à deux mécanismes:

- Friction:  
Conversion d'énergie acoustique en chaleur de friction en raison de la viscosité de l'eau.
- Dispersion:  
Une partie de l'énergie acoustique est dispersée en atteignant une particule solide (matière en suspension) dans l'eau.



- 1 Signal d'émission
- 2 Dispersion grâce aux particules
- 3 Signal atténué

**Fig. 11-1 Atténuation du signal due aux matières en suspension (dispersion de l'énergie) (principe)**

#### Bulles d'air

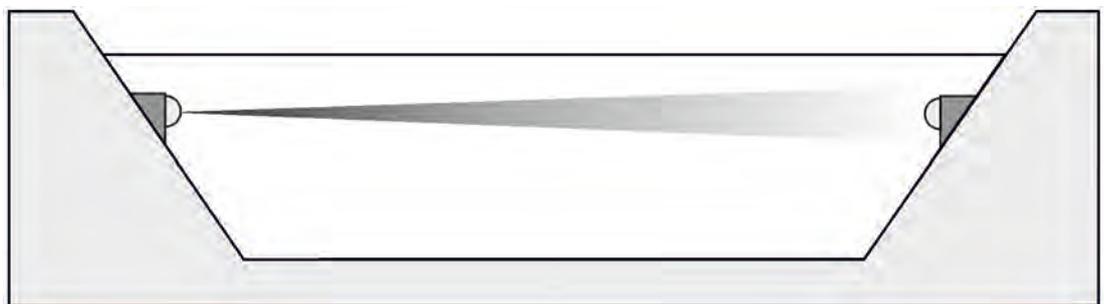
Des bulles d'air sont introduites dans l'eau par exemple en-dessous de déversoirs à chute libre. Des plantes produisant de l'oxygène ou gaz de fermentation et qui montent à partir du lit de rivière, atténuent le signal acoustique.

Ainsi, en plein soleil, la mesure peut être perturbée par de l'oxygène biologique. Les mesures peuvent s'interrompre pendant la journée et redémarrer après le coucher du soleil. Les eaux issues des hélices de bateaux interrompent également la propagation du son.

#### Température et salinité

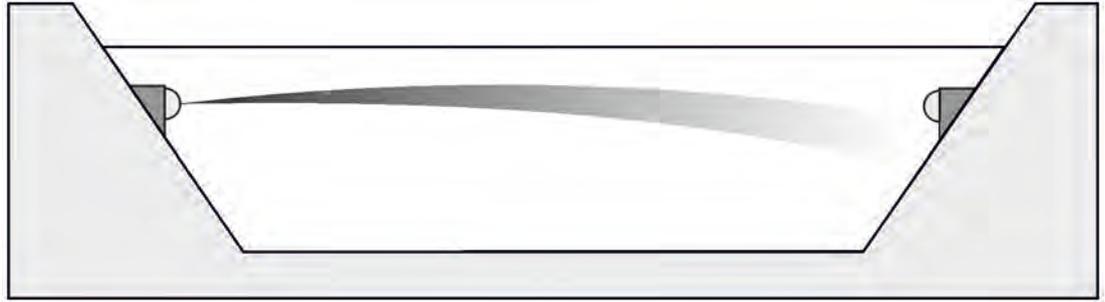
La vitesse du son dans l'eau change en raison des différences de densité dues au gradient de température ou de salinité. Lors d'une importante différence de température entre l'air et l'eau, un échange d'énergie s'opère à la surface de l'eau. De par cet échange d'énergie, se crée un gradient de température dans l'eau qui dévie le signal acoustique de sa transmission normalement horizontale. Cette perturbation est, dans le pire des cas, tellement importante, que le signal n'atteint pas le capteur récepteur.

Un gradient de salinité peut produire un effet similaire.



**Fig. 11-2 Pas de différence de densité verticale du signal (principe)**

Des variations de température de 1 °C/m ou plus se produisent principalement à la surface de l'eau dans des cours d'eau lents. Les variations de température atteignent une profondeur d'env. 0,5 m. Dans les couches d'eau sous-jacentes les variations de température sont moins importantes.

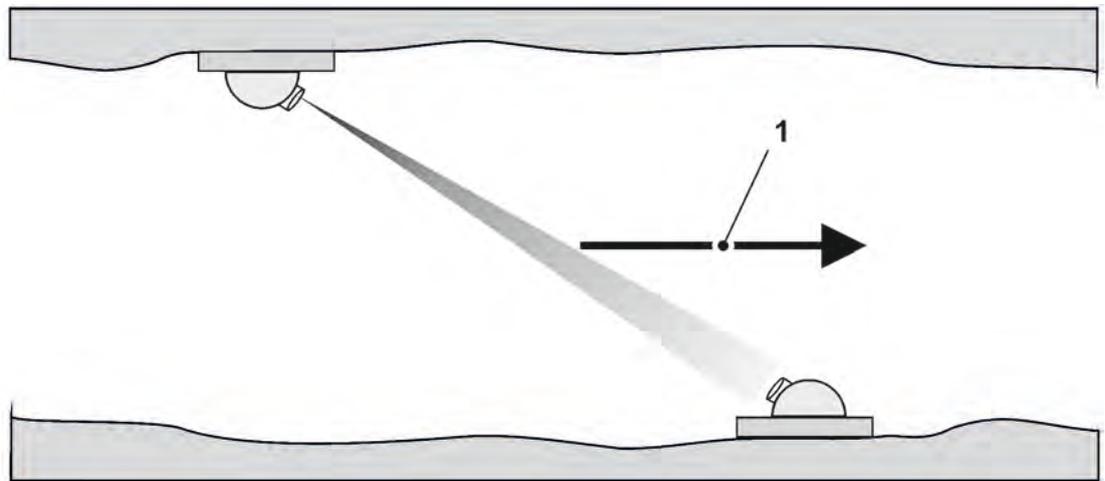


**Fig. 11-3** Différence de densité verticale significative due à l'ensoleillement (principe)



**Fig. 11-4** Différence de densité horizontale extrême due à la salinité (principe)

Veillez prendre en compte des variantes de température se produisant aux entrées d'eaux de refroidissement et des écoulements d'eaux très chaudes s'écoulant d'un bras mort.



1 Sens d'écoulement

**Fig. 11-5** Pas de différence de densité horizontale du signal (principe)

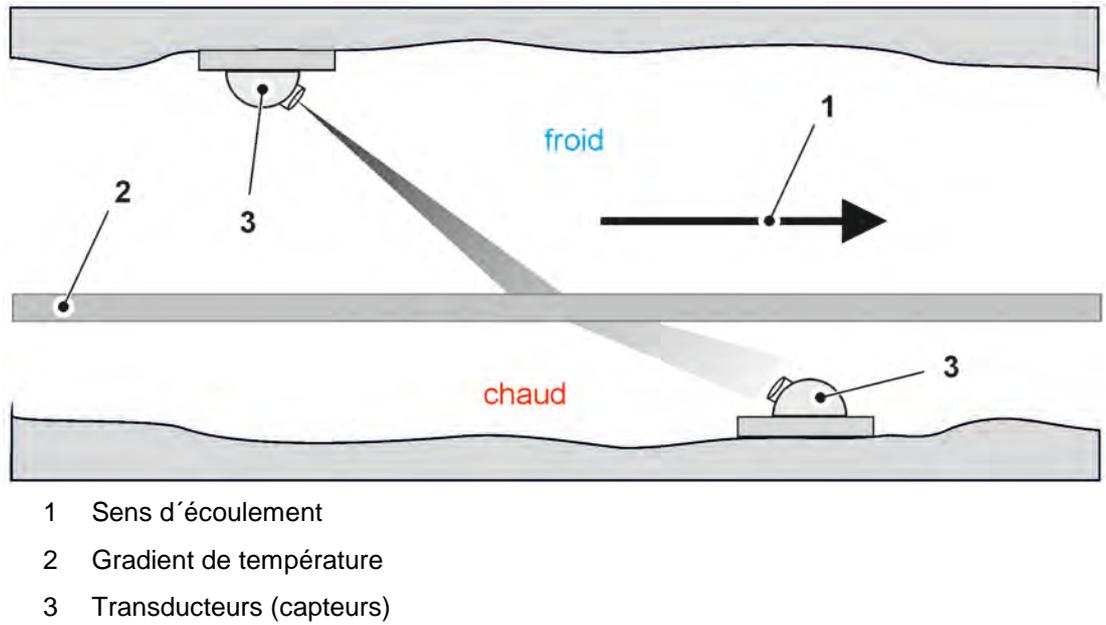


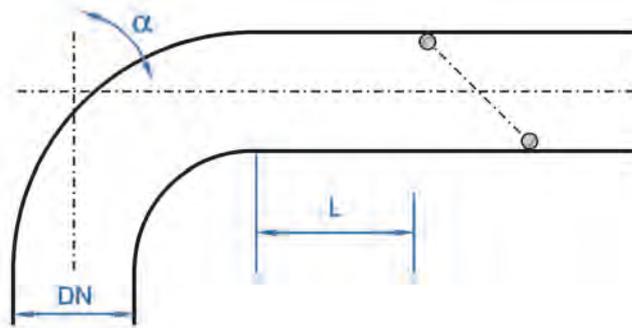
Fig. 11-6 Différence de densité horizontale due à l'amenée d'eau chaude (principe)

## 11.5 Capteurs en remplissages partiels



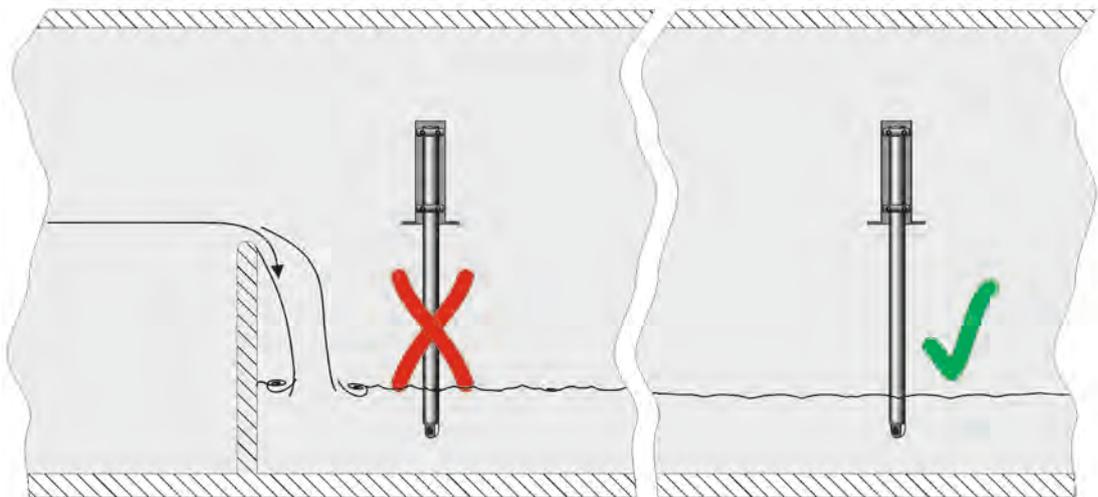
### Validité des exemples

Les exemples décrits sont valables pour les capteurs tubulaires, hémisphériques et hydrodynamiques.



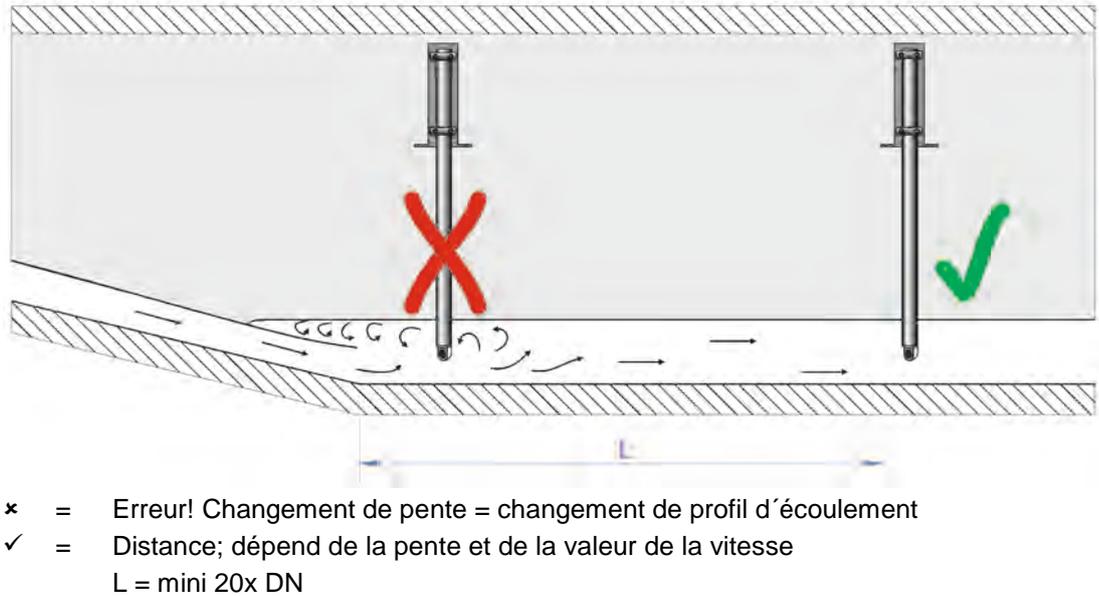
	$v < 1 \text{ m/s}$	$v > 1 \text{ m/s}$
$\alpha < 15^\circ$	$L > \text{mini } 3x \text{ DN}$	$L > \text{mini } 5x \text{ DN}$
$\alpha \leq 45^\circ$	$L \geq \text{mini } 5x \text{ DN}$	$L \geq \text{mini } 10x \text{ DN}$
$\alpha \leq 90^\circ$	$L \geq \text{mini } 10x \text{ DN}$	$L \geq \text{mini } 15...20x \text{ DN}$

Fig. 11-7 Position des capteurs en aval de courbes et de courbures (principe)

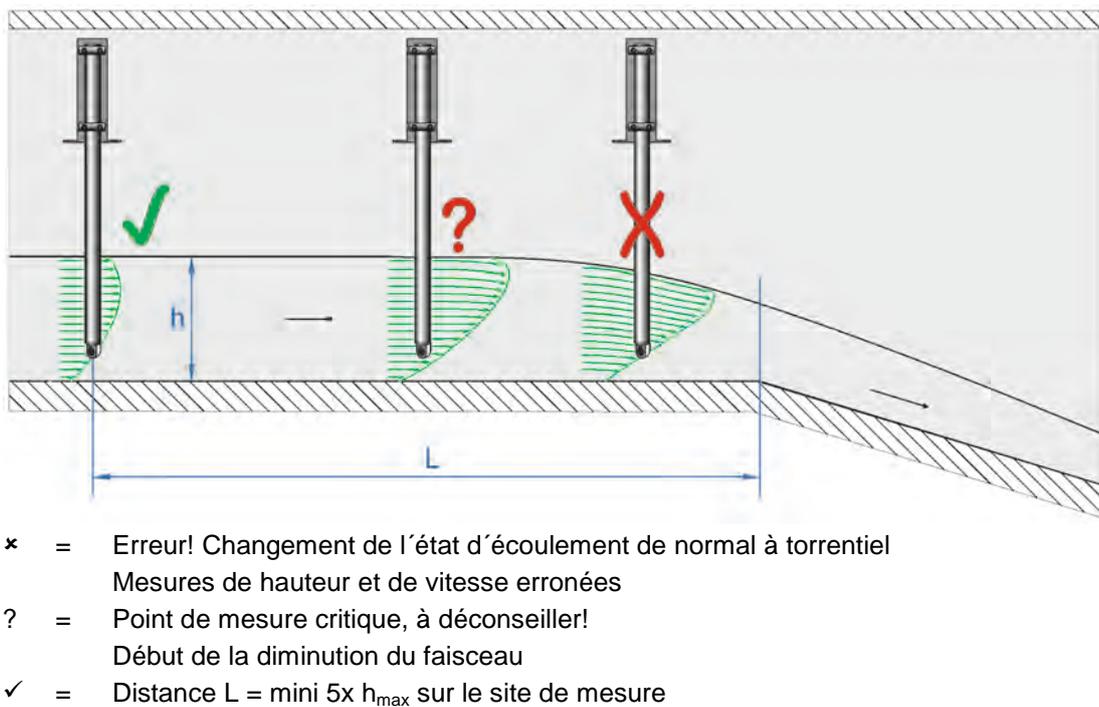


- × = Erreurs! Conditions d'écoulement indéfinies
- ✓ = Distance suffisante pour un écoulement régulier (selon l'application 10...50x distance DN)

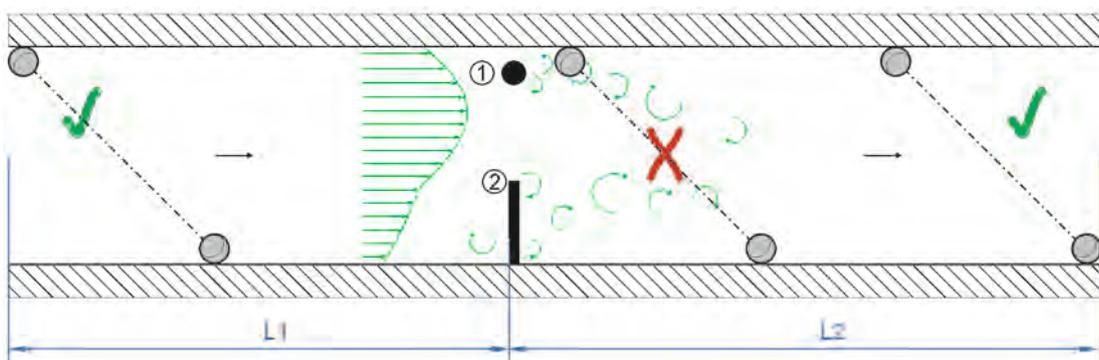
Fig. 11-8 Mesure en aval d'une chute - tourbillons (principe)



**Fig. 11-9 Erreur due à un changement de pente (principe)**



**Fig. 11-10 Erreur due à un changement du profil en amont d'un changement de pente ou déversement (principe)**

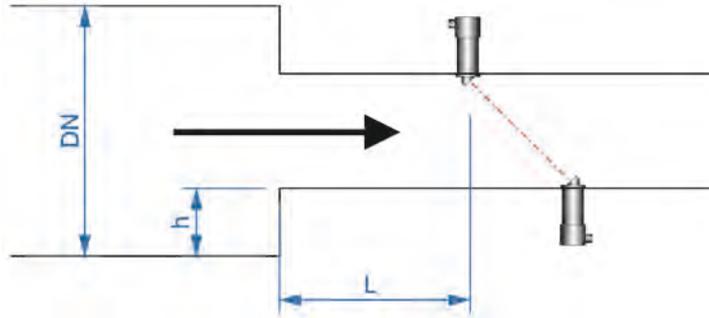


- 1 = Obstacles
- 2 = Encombrement
- $h_{max}$  = Niveau maximal
- \* = Erreur due à la formation de tourbillons!
- ✓ = Distance L1 (en amont de l'encombrement) = mini  $5x h_{max}$   
Distance L2 (en aval de l'encombrement) = mini  $10x h_{max}$   
lors de vitesses d'écoulement  $>1$  m/s

**Fig. 11-11 Erreur due à des obstacles ou encombrements (vue de dessus) (principe)**

## 11.6 Capteurs en conduites pleines

Ces recommandations d'installation s'appliquent aux capteurs de type NOS-V2E, NOS-V2S, NIS-V200, NICO et NIC-CO01.

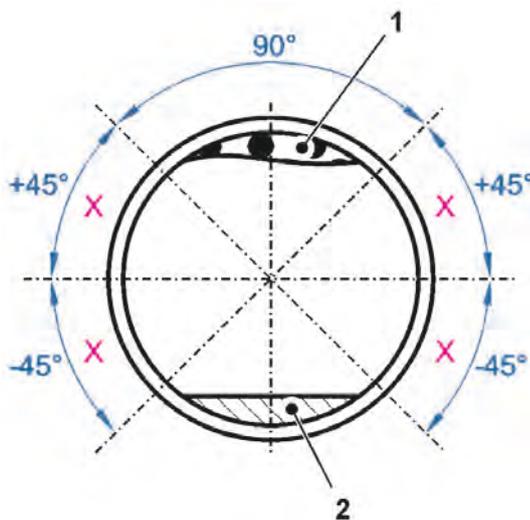


- |                    |                                      |
|--------------------|--------------------------------------|
| $h \leq 5\%$ du DN | $L \geq \text{mini } 3x \text{ DN}$  |
| $h > 5\%$ du DN    | $L \geq \text{mini } 5x \text{ DN}$  |
| $h > 30\%$ du DN   | $L \geq \text{mini } 10x \text{ DN}$ |

**Fig. 11-12 Position des capteurs après modifications du profil (principe)**

En présence de **conduites horizontales**, évitez l'installation en voûte ou en radier de conduite (risque d'encrassement ou de formation de bulles d'air pouvant conduire à la défaillance de la mesure).

NIVUS recommande une position de montage de  $-45^\circ \dots +45^\circ$  par rapport à l'horizontale.

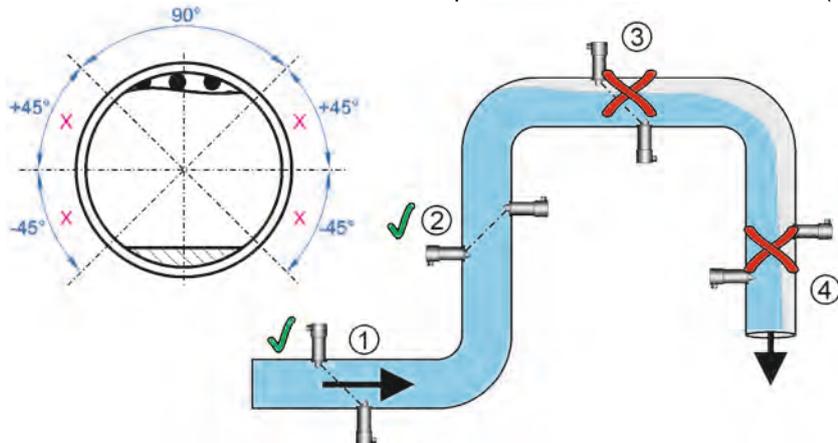


- X = Zone conseillée pour l'implantation du capteur
- 1 = Risque de bulles d'air
- 2 = Risque d'envasement

**Fig. 11-13 Angle d'installation conseillé pour de conduites installées horizontalement**

Aucun risque d'encrassement ou de formation de bulles d'air sur le(s) capteur(s) installé(s) sur des **conduites verticales**. L'emplacement pour le montage du capteur peut être choisi librement.

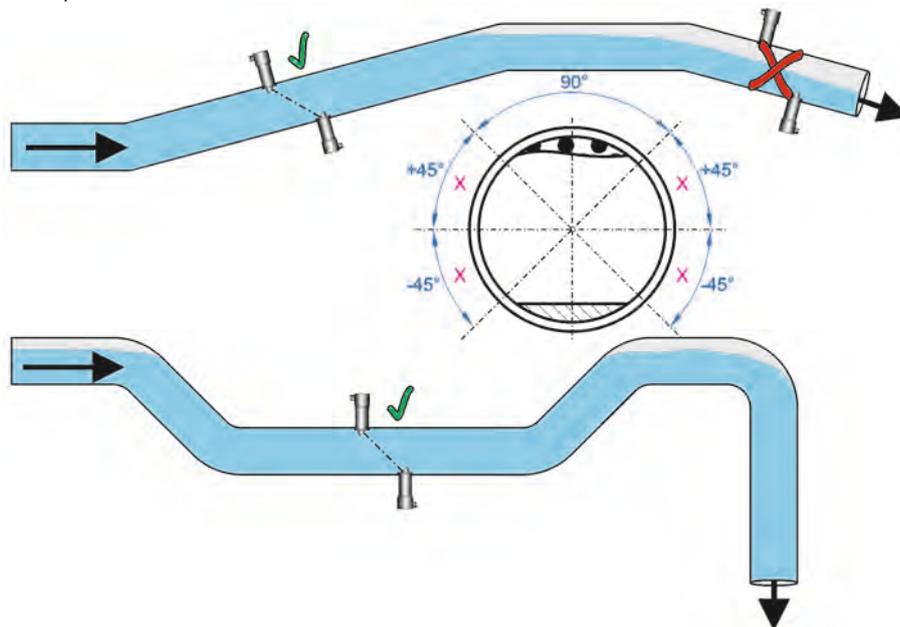
Une mesure correcte et fiable est uniquement possible sur des conduites pleines. Evitez toute installation sur des conduites en pente ou en vôte de conduite (Fig. 11-14).



- 1 = Emplacement à horizontal conseillé (installation latérale du capteur)
- 2 = Emplacement à la verticale conseillé
- 3 = Déconseillé, car remplissage partiel ou vidange
- 4 = Aucune mesure possible car vidange

**Fig. 11-14 Comparaison de différents endroits d'installation (principe)**

Lors de l'étude d'une installation sur conduites horizontales, NIVUS recommande une zone légèrement en pente montante ou à siphon (installation de capteurs comme décrit à la Fig. 11-15).



**Fig. 11-15 Conduite horizontale à siphon (principe)**

Installez toujours les capteurs de vitesse d'écoulement **en amont** d'armatures de régulation ou de sectionnement.

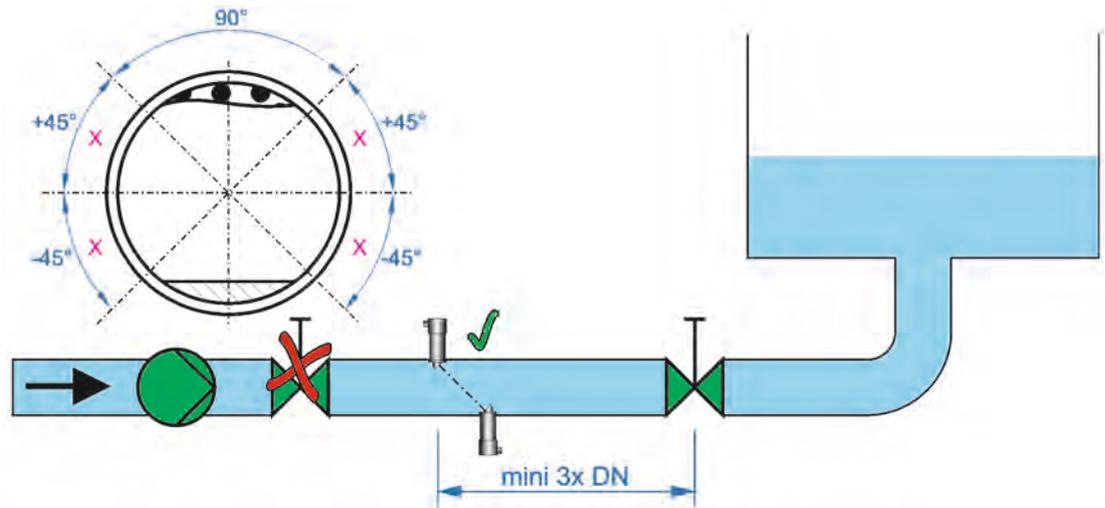


Fig. 11-16 Utilisation d'armatures de régulation ou de sectionnement (principe)



**Evitez des conduites vibrantes**

Assurez-vous que les capteurs ne sont pas installés sur des conduites vibrantes. Cela peut entraîner des mesures incorrectes.

## 12 Montage et positionnement des capteurs

### 12.1 Remarques générales



**Evitez des lignes d'alimentation de moteurs ou des lignes à haute tension**

Pour éviter toute perturbation due à des interférences électriques, s'abstenir d'installer le câble du capteur à proximité (ou en parallèle) de lignes auxiliaires et à haute tension.

Le montage de capteurs dans des canaux ouverts, canaux ou cours d'eau, nécessite toujours une planification minutieuse. Une visite du site de mesure est indispensable. Les possibilités d'installation sont à adapter aux conditions du site.

Les deux capteurs d'une corde de mesure doivent être installés en fonction de la géométrie et alignés l'un sur l'autre. Pour ce faire, utilisez des aides optiques comme p. ex. télémètre laser ou équivalent (voir chap. « 13 Alignement des capteurs »).



**Installez et alignez soigneusement les capteurs**

Veillez à un montage stable et sans vibration et à l'alignement très précis des capteurs. Cela est essentiel pour une mesure fonctionnelle.

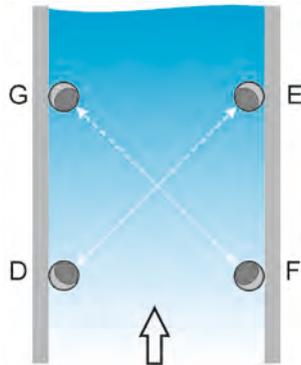
Les câbles des capteurs sont pourvus d'étiquettes permettant d'affecter les paires de capteurs.

Lors d'une mesure à **2 cordes**, les capteurs sont connectés **directement au transmetteur**. Les désignations sont G, F, E et D.

Identification sur le capteur	Type capteur
G	Capteur 1 (corde 1)
F	Capteur 2 (corde 1)
E	Capteur 1 (corde 2)

D	Capteur 2 (corde 2)
---	---------------------

**Tab. 2 Marquage des capteurs pour 2 cordes de mesure**

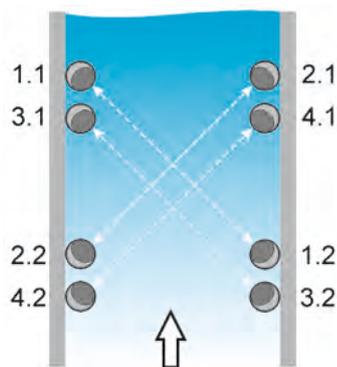


**Fig. 12-1 Affectation des capteurs au transmetteur (principe)**

Lors d'une connexion via le box intermédiaire ou le module d'extension les capteurs sont identifiés par des numéros: 1.1 et 1.2, 2.1 et 2.2, 3.1 et 3.2, 4.1 et 4.2 etc.

Identification sur le capteur	Type capteur
1.1	Capteur 1 (corde 1)
1.2	Capteur 2 (corde 1)
2.1	Capteur 1 (corde 2)
2.2	Capteur 2 (corde 2)
3.1	Capteur 1 (corde 3)
3.2	Capteur 2 (corde 3)
4.1	Capteur 1 (corde 4)
4.2	Capteur 2 (corde 4)

**Tab. 3 Marquage des capteurs avec box intermédiaire/module d'extension (principe)**



**Fig. 12-2 Affectation des capteurs au box intermédiaire/module d'extension (principe)**

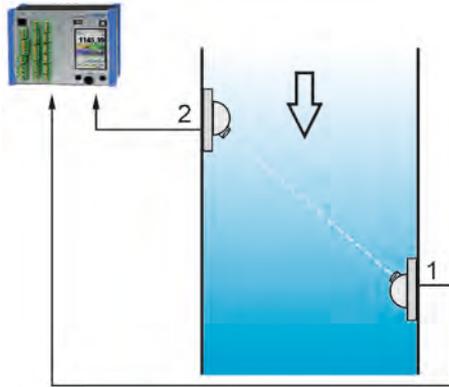
## 12.2 Configurations possibles du site

La disposition des capteurs dépend essentiellement des conditions hydrauliques, de la géométrie du cours d'eau, de l'infrastructure du point de mesure et de la précision de mesure requise.

### Site à une corde de mesure

La disposition la plus simple d'un site ultrasonique est deux capteurs hydroacoustiques transversalement opposés. La condition préalable est que le flux principal soit parallèle aux berges.

Ces conditions sont réunies dans des canaux et des sections en forme de canaux, de cours d'eau.

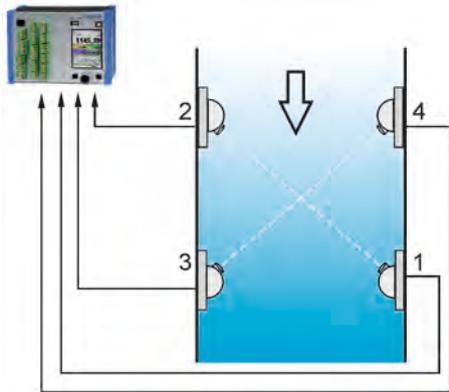


**Fig. 12-3 Site à une corde de mesure (principe)**

Les capteurs fonctionnent alternativement comme émetteur et récepteur. La direction d'émission du signal ultrasonore est toujours de 1-2 dans le sens d'écoulement et de 2-1 à contrecourant.

### Site à cordes croisées

Dans des cours d'eau naturels le courant dominant ne s'écoule que rarement parallèlement aux berges. Des courbes sur le parcours du cours d'eau et la forme de la section transversale affectent fortement la direction du courant dominant lors de différents niveaux. Dans de tels cas, la disposition croisée est mise en œuvre. À l'aide de la deuxième corde de mesure l'angle entre la direction du courant dominant et d'une berge est calculé.

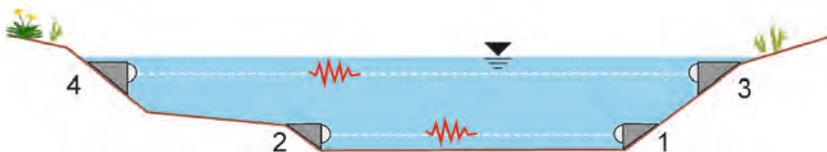


**Fig. 12-4 Site à cordes croisées (principe)**

Dans le cas de cette disposition, le temps de transit est mesuré alternativement sur les cordes de mesure 1-2 et 3-4.

### Site à plusieurs niveaux

Dans des sections de mesure avec des niveaux d'eau extrêmement fluctuants ou des sections de cours d'eau débordantes (sections segmentées), la disposition à plusieurs niveaux est recommandée.

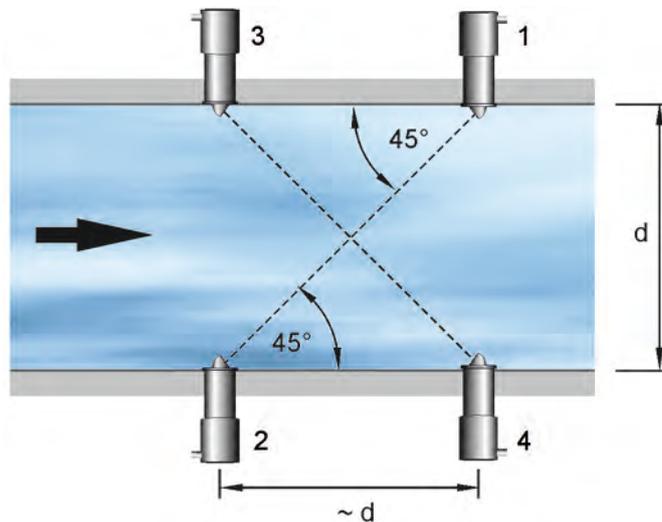


**Fig. 12-5 Site à plusieurs niveaux (principe)**

Chaque niveau peut être configuré en disposition à une corde ou à deux cordes croisées. Si toute la section de mesure est enregistrée via un nombre suffisant de cordes de mesure superposées, la calibration hydrométrique, base pour la détermination du débit, peut être

supprimée étant donné que la mesure à différents niveaux du profil d'écoulement est connue.

La précision de mesure est la plus élevée pour un site à plusieurs niveaux en cordes croisées étant donné que pour cette disposition l'incertitude, quant aux hypothèses relatives à la direction du courant dominant et au profil d'écoulement, a le moins d'impact sur le résultat du calcul.



- 1...4    Capteur 1, capteur 2, capteur 3, capteur 4  
d        Diamètre intérieur/largeur du canal

**Fig. 12-6 Disposition d'une mesure à 2 cordes (principe) (principe)**

### 12.3 Calcul de la profondeur d'eau minimale pour l'application

Pour éviter des erreurs dues à la réflexion du signal ultrasonore à la surface de l'eau, le canal ou cours d'eau doit avoir une profondeur minimum d'eau.

Ce facteur peut être calculé selon la formule suivante:

$$D_{\text{mini}} = 27 \times \sqrt{\frac{L}{f}}$$

- $D_{\text{mini}}$  = profondeur minimale de l'eau au-dessus de la corde et distance minimale entre le radier et la corde; respectivement en mètres
- L = la longueur du parcours (corde) en mètres
- f = la fréquence du transducteur en Hertz

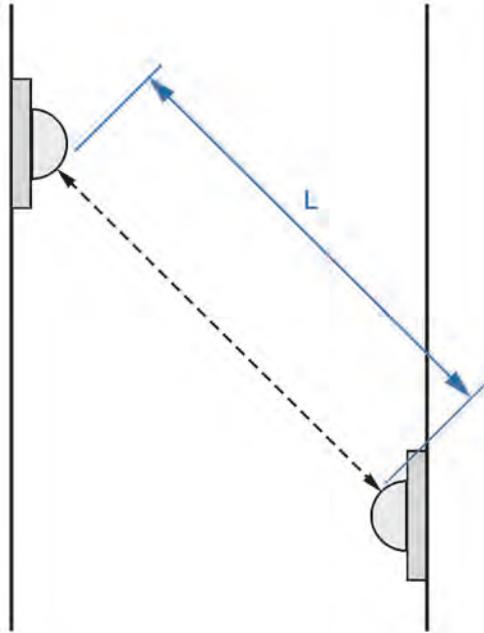


Fig. 12-7 Représentation graphique de la longueur de la corde de mesure (principe)

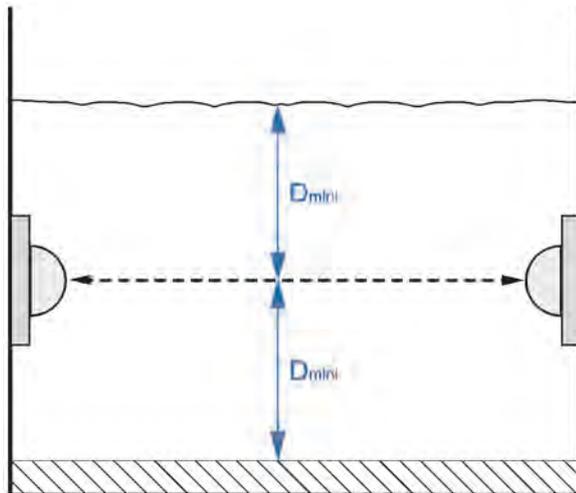


Fig. 12-8 Représentation graphique de la profondeur mini de l'eau (principe)

Exemples pour le niveau minimal d'eau pour différentes fréquences du transducteur et longueurs de parcours.

Longueur du parcours L [m]	Fréquence du transducteur f [kHz]	Profondeur minimum au-dessus et en-dessous de la corde D <sub>mini</sub> [m]
1	1000	0,03
3	1000	0,045
10	200	0,19
30	200	0,33
50	200	0,43
100	200	0,60

Tab. 4 Niveau minimal d'eau (exemples)

Une restriction similaire peut s'appliquer en présence de radiers de conduites particulièrement lisses qui reflètent plutôt le signal sonore au lieu de l'absorber.

Fréquences des capteurs NIVUS:

- 1000 kHz: NOS-V2, NOS-V3, NIS
- 200 kHz: NOS-V4

### 12.4 Capteurs tubulaires type NOS

La fixation des supports (tube en acier inoxydable) pour la tête du capteur peut être vissée soit par le haut avec l'équerre (Fig. 12-9), soit par le côté avec le support mural (Fig. 12-10). Nous recommandons des chevilles à enfoncer et des vis à clé à filetage métrique M12. Il est essentiel de veiller à ce que la fixation soit installée de telle sorte que les capteurs puissent être alignés précisément l'un sur l'autre à l'issue de l'installation (angle conseillé: 45° à l'horizontal). Ceci est réalisable par réglage optique ou par analyse du signal d'impulsion. Les surfaces de détection des capteurs (surfaces carbone) doivent être alignées précisément l'une sur l'autre, sinon une mesure correcte ne peut pas être garantie.

Vérifiez exactement la position des capteurs.

Etant donné que le montage des capteurs dépend des conditions locales sur le site de mesure, il est important de faire le bon choix du type de capteurs et de la fixation par un personnel qualifié.

Lors du montage de capteurs tubulaires sur des délimitations de cours d'eau ou parois de canal, NIVUS recommande les dispositifs de fixation (NOZ00 HAL0 ou NOZ00 HAL90) pour un montage horizontal ou vertical des capteurs.

Dans le cas d'importants flux escomptés, l'installation d'une tôle de protection, optimisée au flux, est conseillée (voir chap. « 14 Support de fixation et tôle de protection pour capteurs tubulaires »). Elle empêche la vibration des capteurs ainsi que des dégâts sur le capteur dus à des débris dérivants.

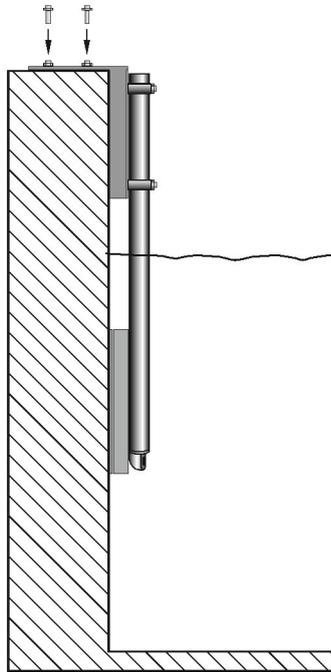


Fig. 12-9 Fixation de l'équerre sur un mur

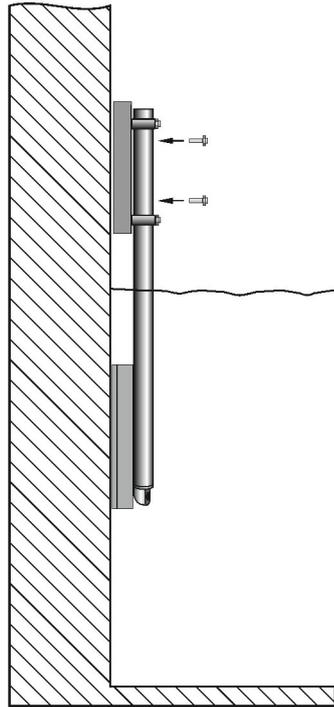
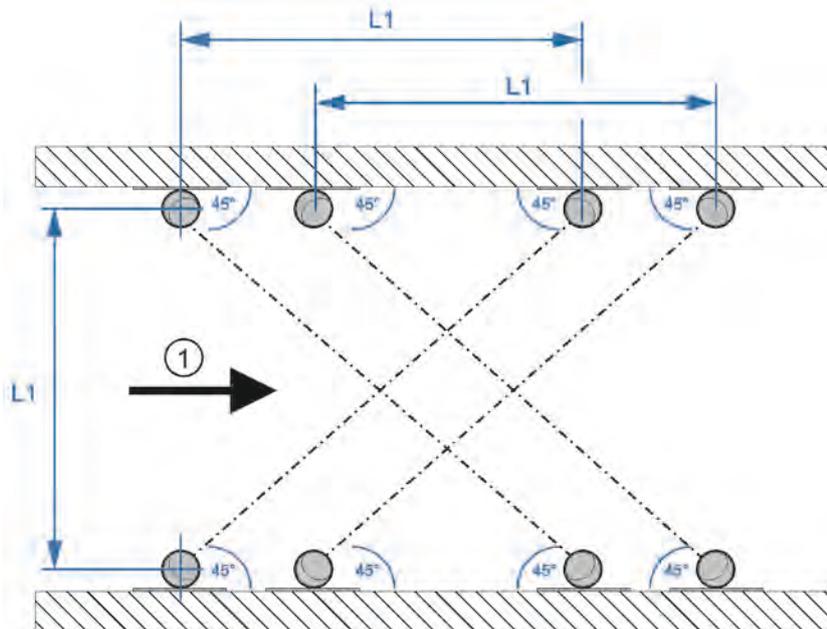
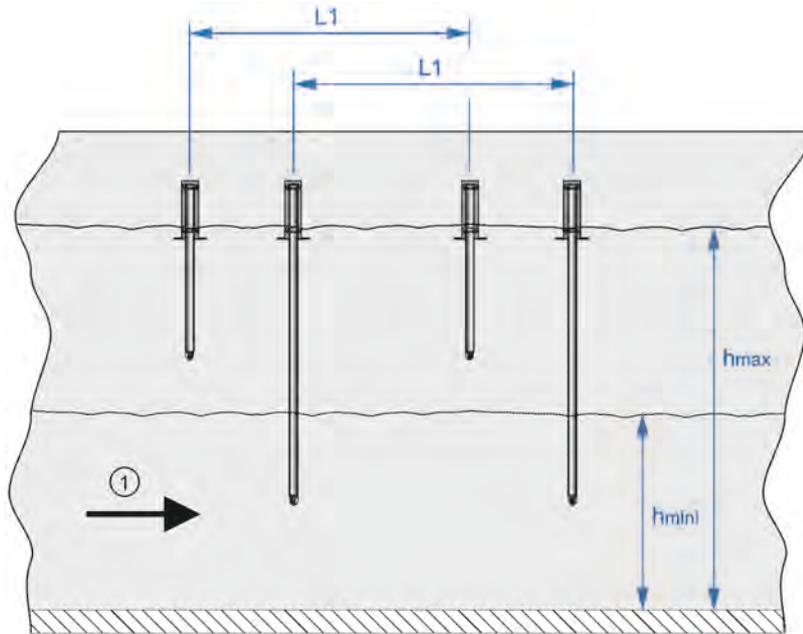


Fig. 12-10 Fixation du support mural sur un mur droit



- 1 Sens d'écoulement
- L1 Largeur du canal / Distance capteur (respectez la distance de montage paroi - capteur)

Fig. 12-11 Exemple d'installation de capteurs tubulaires 2 niveaux / 4 cordes de mesure (vue de dessus)



- 1 Sens d'écoulement  
L1 Largeur du canal / distance capteur

**Fig. 12-12 Exemple d'installation de capteurs tubulaires 2 niveaux / 4 cordes de mesure (vue de côté)**

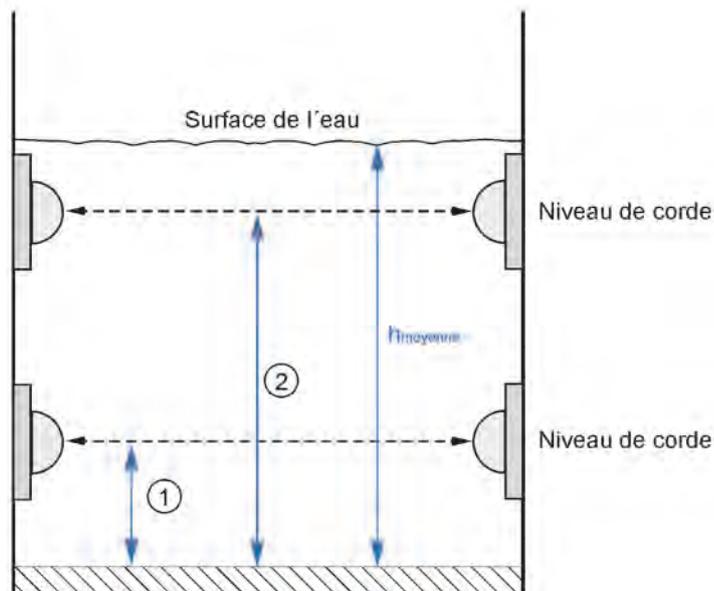


**Pour la détermination des niveaux, respectez les directives**

Le positionnement des cordes de mesure à différents niveaux dépend de la tâche de mesure principale.

Par exemple: débit minimal, moyen et maximal.

Pour définir les niveaux, veuillez lire les directives de la norme DIN 6416 ou contactez NIVUS.



- 1 Corde de mesure inférieure / 40 % de  $h_{moyenne}$   
2 Corde de mesure supérieure / 80 % de  $h_{moyenne}$

**Fig. 12-13 Répartition des niveaux lors d'une mesure à écoulement moyen**

## 12.5 Capteurs hémisphériques type NOS

Le dispositif de fixation (NOZ00 HALHK) pour la fixation de l'hémisphère du capteur de vitesse de type NOS a été conçu pour une mise en œuvre sur des délimitations de cours d'eau verticales et inclinées (talus et similaires). Ce dispositif permet d'aligner des angles à deux niveaux différents et également l'alignement et l'ajustage des capteurs l'un par rapport à l'autre.

Leur forme diminue l'influence sur le régime d'écoulement. Moins de risque d'accrochage de débris (algues, feuilles, herbes ou autres) sur les capteurs.

NIVUS recommande le raccordement des capteurs via le connecteur enfichable immergé (NOS-raccordement capteur A ou B) disponible en option. Ces connecteurs peuvent être mis en œuvre jusqu'à 12 m de colonne d'eau.

Après le montage des capteurs hémisphériques, ils seront alignés optiquement les uns par rapport autres (voir chap. « 13.4 Capteurs hémisphériques »).

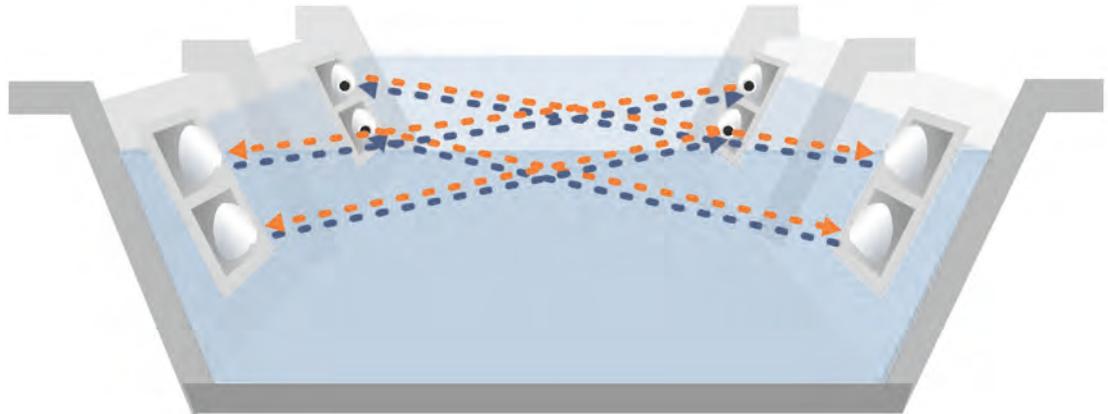


Fig. 12-14 Exemple d'installation de capteurs hémisphériques, 2 niveaux / 2 cordes de mesure

## 12.6 Capteurs hydrodynamiques type NIS

Pour la fixation d'un capteur hydrodynamique sur la paroi de conduite, 4 vis avec vis à tête fraisée en acier inoxydable (M5, longueur 30...70 mm) et chevilles correspondantes sont nécessaires.

La longueur des vis doit être choisie de telle sorte que, dans toutes les conditions d'exploitation, une fixation fiable et durable des capteurs est garantie.

Les vis à tête fraisée sont à visser complètement dans la plaque de montage afin d'éviter tout accrochage ou formation de tourbillon. Des goujons filetés ou autre matériel de fixation n'est pas recommandé par NIVUS.



**Des éléments de fixation pour capteurs hydrodynamiques doivent être à niveau avec la plaque de montage**

*Des vis ou autres pièces de fixation dépassant dans le milieu à mesurer peuvent provoquer des accrochages (herbe, algues ou autres) sur le capteur et occasionner des dysfonctionnements, voire la défaillance de la mesure.*

La paire de capteurs d'une corde seront installés et alignés les uns sur les autres en fonction de la géométrie. Pour ce faire, utilisez pour le relevé des aides optiques (tels que télémètres laser ou équiv.) (voir chapitre « 13.3 Capteurs hydrodynamiques »).

Le capteur hydrodynamique a été optimisé au flux pour réduire le risque d'accrochage de végétaux. Cependant, ce risque potentiel existe au niveau de la semelle du capteur. Pour cette raison, évitez tout espace entre la plaque du capteur et la paroi ou le remblai. Un éventuel espace de montage au niveau de la pointe du capteur, doit être taloché à l'aide de silicone ou autre matériau élastique.



**Pour le montage la paroi de la conduite doit être parfaitement plane**

*Sinon, lors du montage, risque de brisure du corps du capteur, ce qui aurait pour conséquence la non-étanchéité du capteur.*

*La pénétration d'eau dans les composants électroniques peut entraîner une destruction irréparable.*

**ATTENTION**



**Utilisez un outillage approprié**

*La plaque de base ne doit pas être déformée lors du montage ou du démontage et les trous de fixation ne doivent pas être percés.*

*Pour le démontage du capteur hydrodynamique, utilisez exclusivement un **tournevis adéquat**. Des outillages tels que burin, marteau, pied-de-biche, levier, marteau pneumatique ou autres sont proscrits.*

*S'abstenir de toute manipulation violente lors du démontage.*

*Le non-respect peut entraîner la destruction du capteur.*

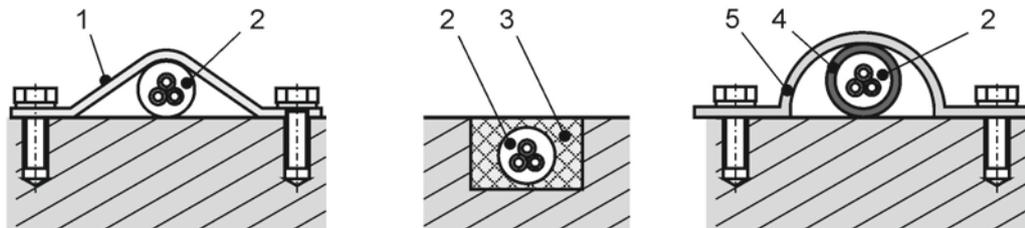


**Ne pas desserrer / démonter des pièces**

*Ne pas démonter ou desserrer de pièces (p. ex. plaque de base, presse-étoupe etc.) sur le capteur hydrodynamique.*

*Ce non-respect pourrait entraîner l'étanchéité et provoquer la défaillance de la mesure.*

Faire sortir le câble du capteur derrière le capteur jusqu'à la paroi de conduite. Pour éviter tout accrochage de débris, nous conseillons de recouvrir le câble d'une fine tôle en acier inoxydable. Vous pouvez également poser le câble dans un interstice à aménager, celui-ci sera ensuite recouvert d'un matériau élastique. Une pose dans des tubes armés ou autres systèmes de protection de câbles sont également autorisés. NIVUS fournit sur demande un cache-câble.



- 1 Tôle en acier inoxydable /Cache-câble p. ex. type ZMS0 140
- 2 Câble
- 3 Matériau élastique
- 4 Fourreau
- 5 Collier d'attache pour tuyaux

**Fig. 12-15 Proposition de montage pour la pose de câbles**

**ATTENTION**



**Protégez le câble installé**

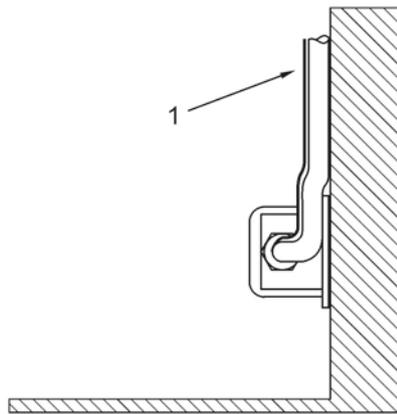
*Ne posez en aucun cas le câble librement, sans aucune protection ou en travers du milieu.*

*Le non-respect peut entraîner le risque de colmatage, d'arrachage du câble ou du capteur.*

**Respectez le rayon de pose**

*Le rayon mini de courbure du câble signal standard est de 10 cm.*

*En-dessous risque de rupture du câble!*



1 Protection

Fig. 12-16 Indication pour la pose de câbles



### **Pose de câble**

Pour éviter toute perturbation due à des interférences électriques, évitez d'installer le câble du capteur près (ou en parallèle) à des lignes auxiliaires et à haute tension.

Cela peut entraîner des imprécisions de la mesure, voire la défaillance de la mesure.

### **Exemple d'une mesure à 2 cordes avec capteurs hydrodynamiques**

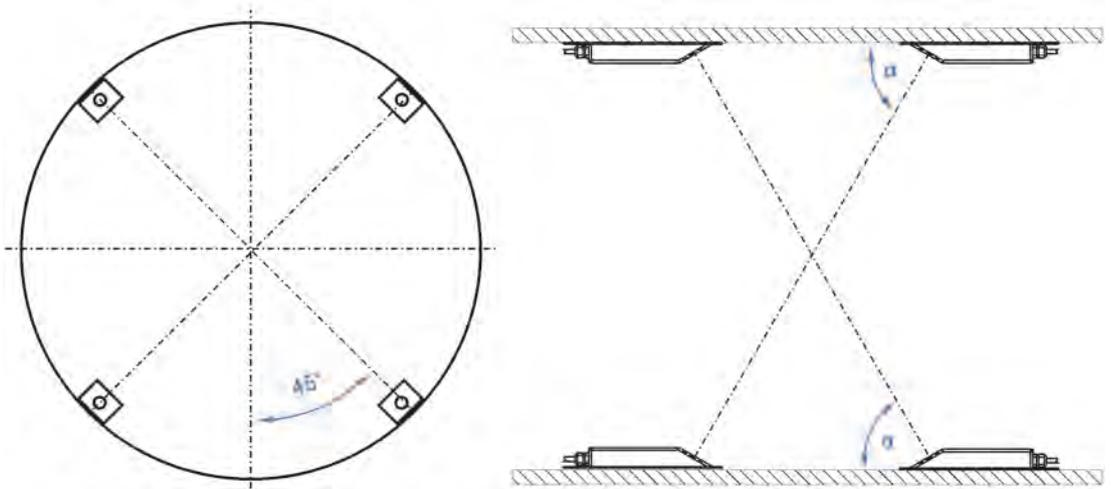
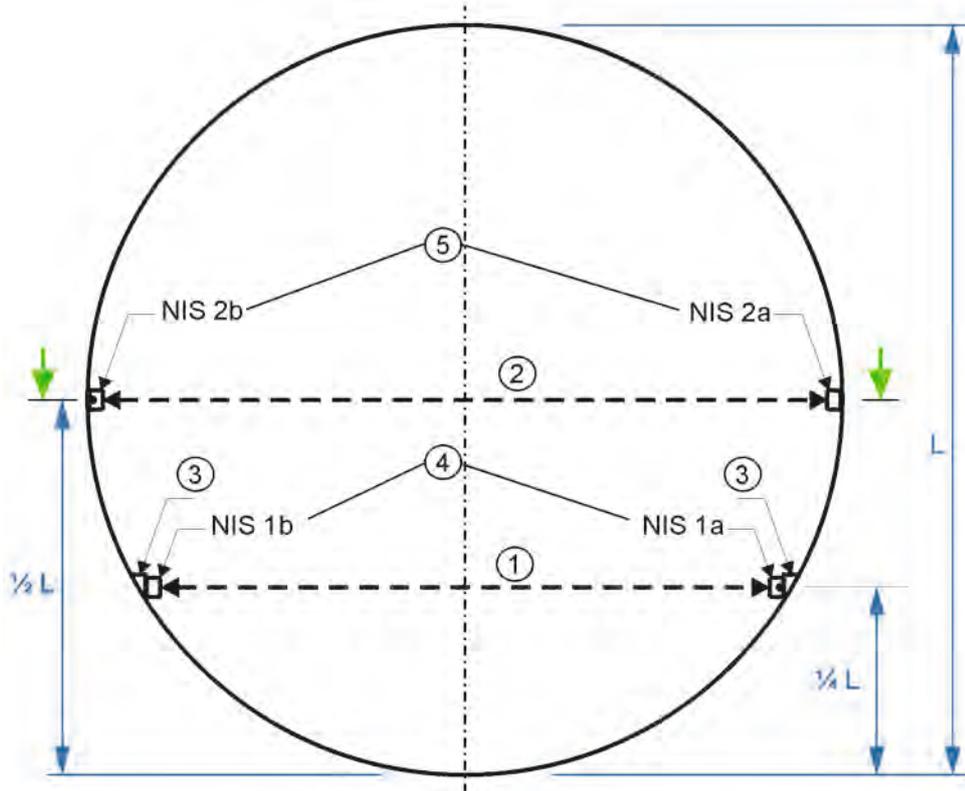


Fig. 12-17 Mesure à 2 cordes dans conduite pleine



- 1 Corde 1
- 2 Corde 2
- 3 Cale
- 4 Paire de capteurs de la 1ère corde
- 5 Paire de capteurs de la 2ème corde

**Fig. 12-18 Mesure à 2 cordes dans conduite partiellement remplie**

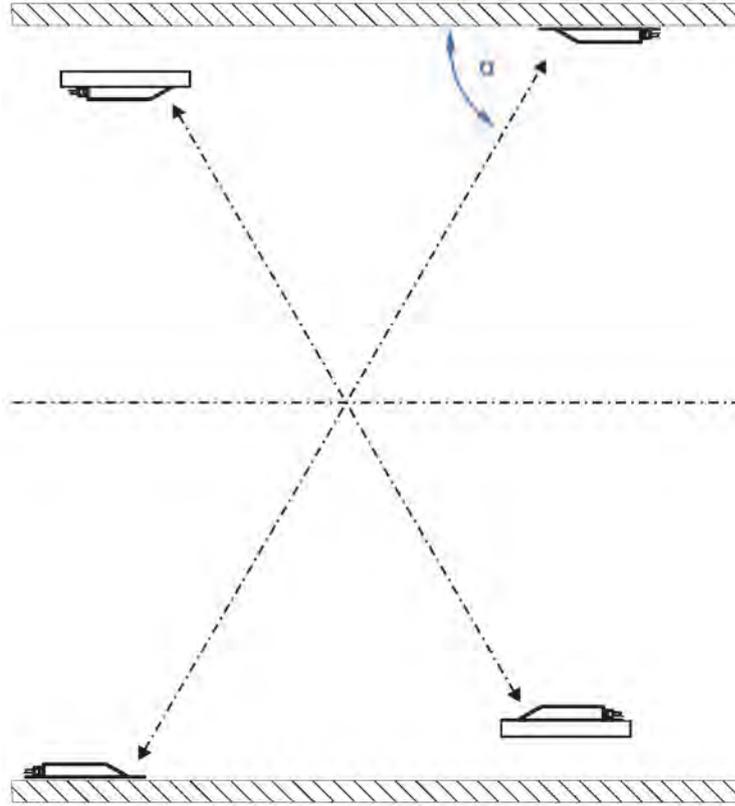


Fig. 12-19 Vue de dessus pour la mesure à 2 cordes dans conduite partiellement remplie

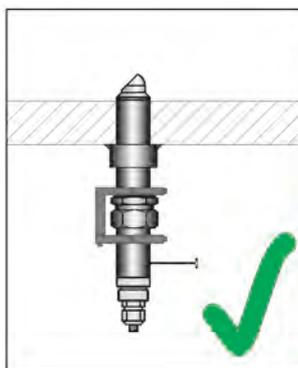
## 12.7 Capteurs cylindriques type NIS

Les capteurs mis en œuvre doivent être fixés de manière fiable et solide de telle sorte que le côté biseauté du capteur 1 avec capteur de vitesse intégré, soit pointé exactement contre le sens d'écoulement du milieu. L'aide à l'alignement (voir Fig. 18-2) pointe dans le sens d'écoulement. Le capteur de vitesse intégré au capteur 2 doit pointer exactement dans le sens d'écoulement contre le capteur 1.

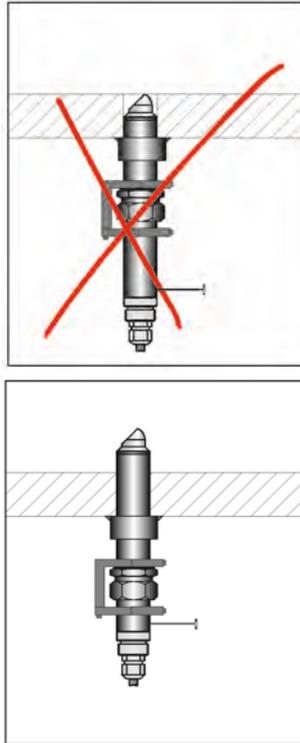
Utilisez uniquement des matériaux de fixation insensibles à la corrosion.

Les capteurs cylindriques type NIS sont visés à l'aide d'une bague d'étanchéité et élément de fixation (en option avec vanne d'isolement pour un dégagement exempt de pression) dans un manchon 1½".

Lors du montage, il est important que la partie horizontale du capteur cylindrique soit parfaitement d'équerre avec la paroi de la conduite.



Montage correct



Erreur: perte de valeurs de mesure

Si les manchons ne sont pas positionnés avec précision (montage un peu trop serré) cet état peut être compensé en poussant les capteurs.

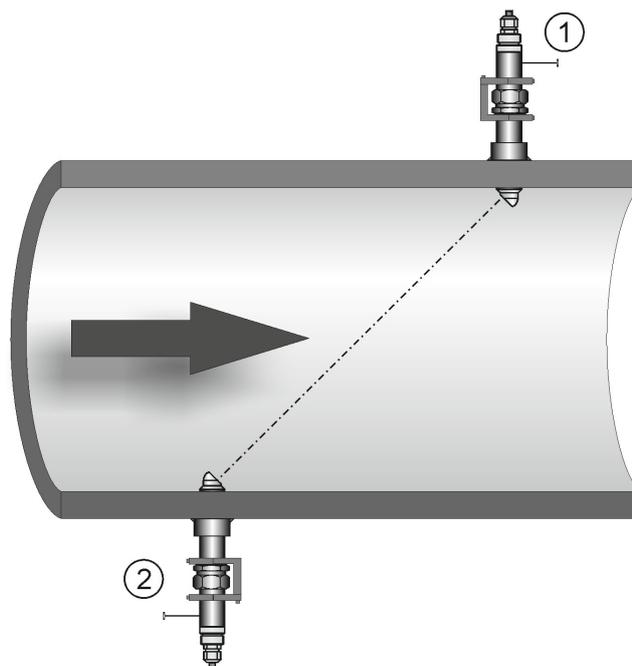
Fig. 12-20 Indication pour le positionnement des capteurs



**Capteurs NIS- remplissage total**

Les capteurs avec la référence article « NIS- » sont appropriés pour des sites à 1 ou 2 cordes de mesure.

La(les) corde(s) de mesure, lors d'un remplissage total, sera( seront) toujours installée(s) au centre de la conduite.



- 1 Capteur 1: Face émettrice contre le sens d'écoulement
- 2 Capteur 2: Face émettrice vers le sens d'écoulement

Fig. 12-21 Indication pour le montage de capteurs cylindriques



## **Veillez lors du montage du capteur à:**

- Fixez le manchon à souder 1½" dans un angle de 90°.
- Placez les capteurs cylindriques de telle manière que le côté biseauté du capteur 1 pointe exactement contre le sens d'écoulement. Le côté biseauté du capteur 2 doit être aligné dans le sens d'écoulement contre le capteur 1.

Les manchons seront, selon le matériau, soudés (acier, acier inox 316); collés (PVC); collés soudés (HDPE); ou à laminier.

Pour un équipement ultérieur, NIVUS recommande l'utilisation d'un collier de prise en charge (voir chap. « 17 Collier de prise en charge pour capteurs cylindriques »). En présence de conduites en fonte ou béton, on utilisera un collier de serrage en acier ou acier inox avec manchon soudé et joint à visser sur la paroi de conduite.

En cas de doute, mandatez une entreprise spécialisée pour l'installation des manchons. NIVUS préconise pour le perçage de conduites acier ou acier inox, l'utilisation d'un foret pour métaux durs de diamètre 38 mm et une perceuse à faible vitesse avec régulation électronique. En outre, nous conseillons l'utilisation d'une pâte spéciale pour refroidir le foret.



## **En présence de parois épaisses, utilisez une rallonge pour foret**

Avant perçage, vérifiez l'épaisseur de la paroi de conduite. Utilisez, si nécessaire, un foret plus long. Les forets standards ne pénètrent éventuellement pas assez profondément dans le matériau de la paroi.

Le perçage dans les canalisations en béton doit, si possible, être effectué par une entreprise spécialisée.

Observez les instructions suivantes:

- Réalisez un perçage d'un diamètre d'au moins 45 mm.
- Refroidissez l'outil diamanté mis en œuvre.
- Rincez l'accumulation de poussières à l'aide d'un liquide de refroidissement.
- Pour le perçage à travers une vanne d'isolement, utilisez un foret de 36 mm ainsi que la rallonge correspondante (Fig. 19-1).

Forets, rallonges et pâte de coupe sont disponibles, contre paiement, chez NIVUS. **Après** perçage, le manchon à souder est idéalement à souder, à coller ou à laminier.

## **AVERTISSE- MENT**



### **Risque d'accident lors du perçage**

En fonction du matériau et de l'épaisseur de paroi, appliquez une faible pression de contact, sinon risque de blocage du foret.  
Ne dépassez pas la vitesse de perçage spécifiée.

Le non-respect peut entraîner des blessures corporelles.

## **AVERTISSE- MENT**



### **Utilisez un équipement de protection électrique portable**

Lors de perçages dans des locaux humides et/ou sur des conduites pleines, utilisez toujours un équipement de protection électrique portable.

Risque de chocs électrique.

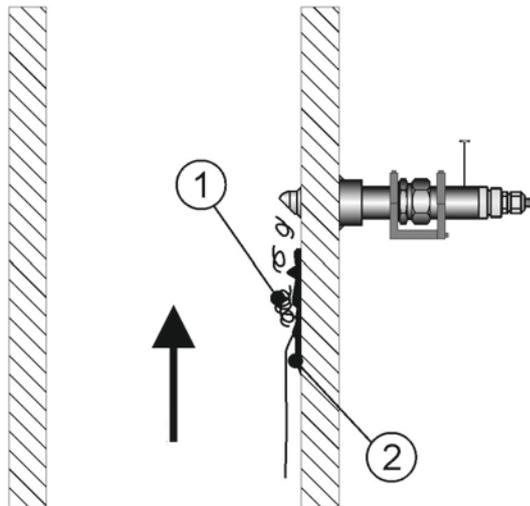


**Veillez à éliminer les copeaux de soudure et la bavure de perçage**

Veillez à l'élimination des copeaux de soudure. Interrompre le processus de perçage et éliminez les copeaux formés.  
Éliminez la bavure de perçage.

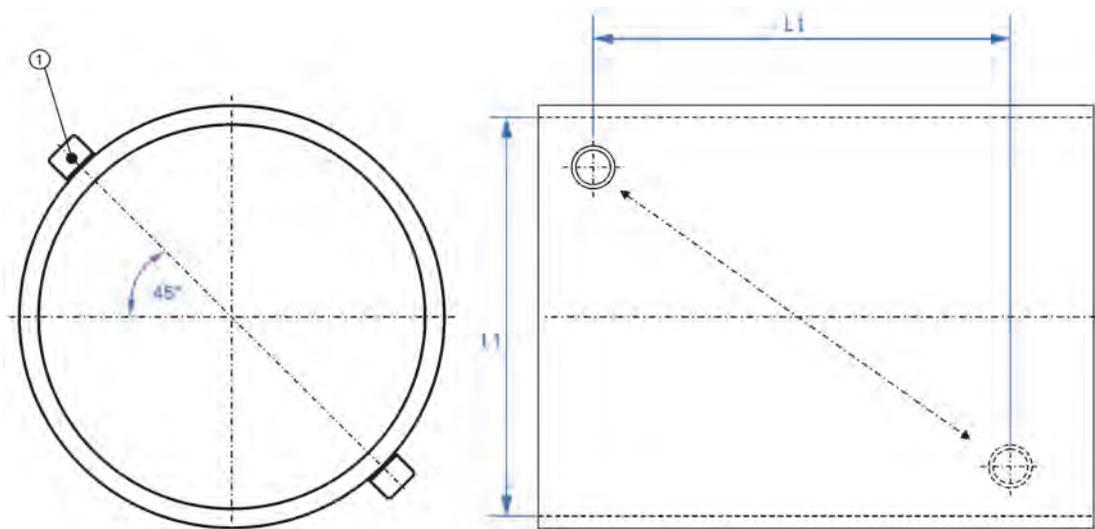
**Lors du soudage, évitez de brûler la conduite**

Le dépôt de perles de soudure peut engendrer une vortacité et par conséquent des valeurs de mesure erronées (Fig. 12-22).



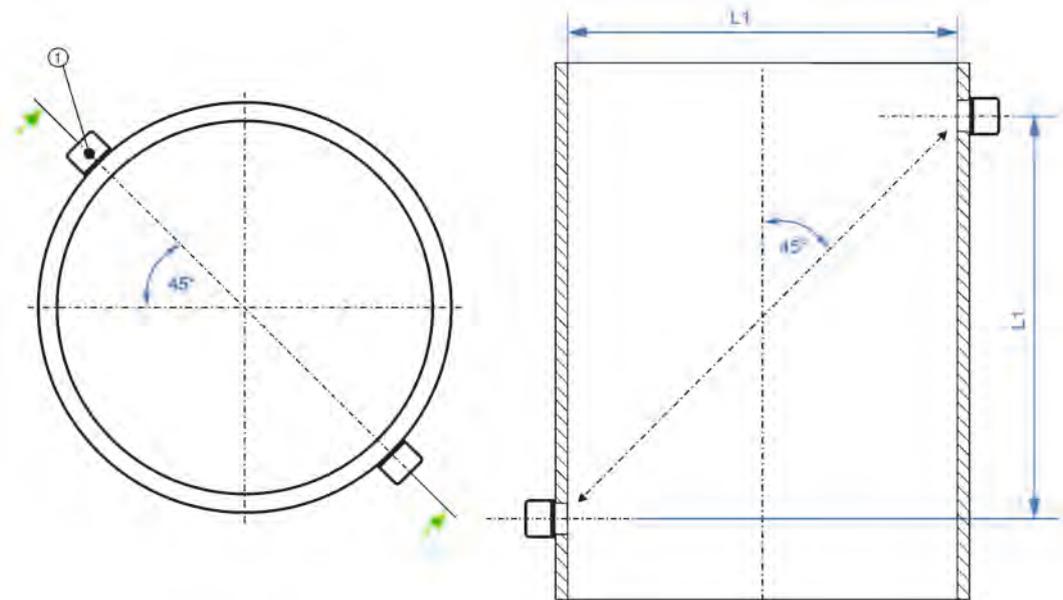
- 1 Vortacité
- 2 Déchets de perle de soudure

**Fig. 12-22 Perturbations lors du perçage de la conduite**



- 1 Filetage intérieur 1¼" (type NOS) ou 1½" (type NIS)
- L1 Diamètre intérieur / distance des capteurs

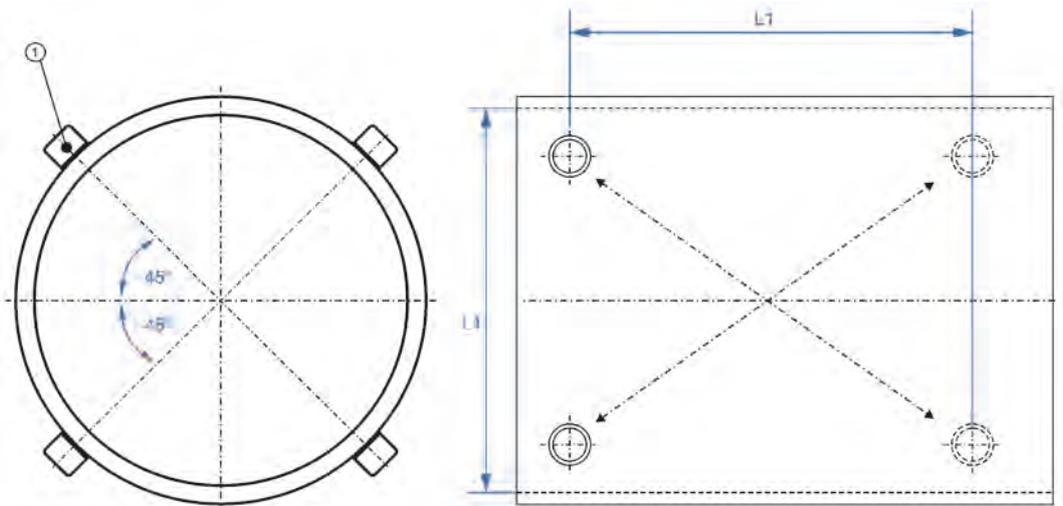
**Fig. 12-23 Exemple d'une mesure à 1 corde dans conduite (>DN300) (vue de côté)**



1 Filetage intérieur 1¼" (type NOS) ou 1½" (type NIS)

L1 Diamètre intérieur / distance des capteurs

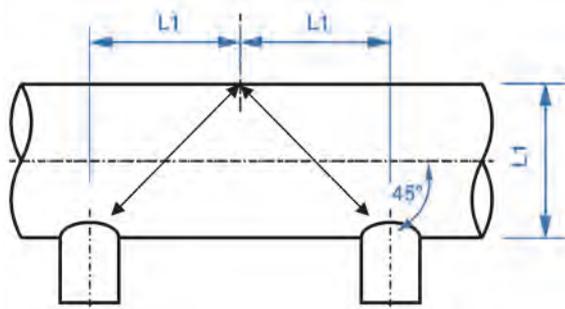
**Fig. 12-24 Exemple d'une mesure à 1 corde dans conduite (vue en coupe)**



1 Filetage intérieur 1¼" (type NOS) ou 1½" (type NIS)

L1 Diamètre intérieur / distance des capteurs

**Fig. 12-25 Exemple d'une mesure à 2 cordes dans conduite (vue de côté)**



- L1 Diamètre intérieur;  
distance des capteurs = 2x diamètre intérieur

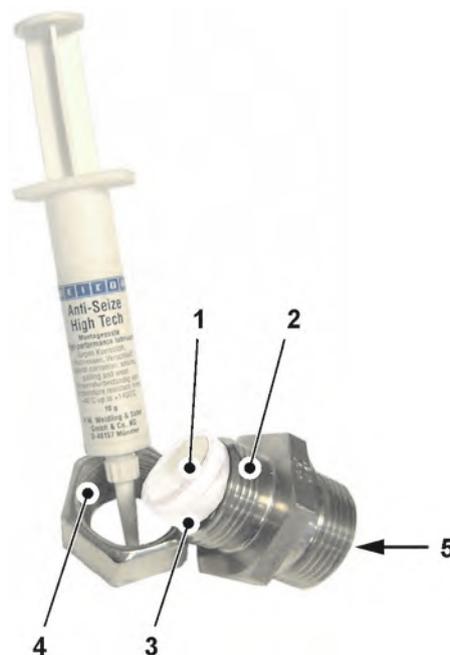
**Fig. 12-26 Exemple d'une mesure de réflexion à 1 corde dans petite conduite métallique**



**Graissez le filetage à l'aide de pâte grasse**

Lors du montage de capteurs cylindriques, utilisez une pâte grasse spéciale pour raccords filetés en acier inoxydable selon DIN 2353 (p. ex. pâte grasse 325-250 de Volz GmbH). Pour des capteurs cylindriques type NIS, le filetage de l'écrou-raccord, le filetage et le cône doivent être légèrement graissés avant montage.

Les raccords filetés sont déjà graissés à la livraison. Une pâte grasse est disponible chez NIVUS.



- 1 Joint
- 2 Filetage
- 3 Cône intérieur
- 4 Filetage int. de l'écrou raccord
- 5 Joint torique à l'intérieur du raccord fileté

**Fig. 12-27 Utilisation de pâte grasse pour capteurs type NIS**

- ➡ Avant montage, graissez les raccords filetés comme indiqué à la Fig. 12-27.

➡ Effectuez le montage du capteur cylindrique selon DIN 3859-2:

1. Vissez le raccord fileté à l'aide d'une pince réglable ou d'un clé à fourche simple SW55 dans le manchon à souder ou vanne d'isolement ou manchon du collier de prise en charge.
2. Glissez l'écrou-raccord et le joint au-dessus du capteur de vitesse.
3. Introduisez le capteur, autant que le nécessite l'application, dans le raccord (Fig. 12-21).
4. Glissez le joint dans le raccord.
5. Serrez à la main l'écrou-raccord.
6. Faites un repère sur l'écrou-raccord pour contrôle ultérieur de rotations.
7. Serrez l'écrou env. ½ tour à l'aide d'un clé à fourche simple SW50.

L'élément de fixation est une pièce indispensable du capteur cylindrique. Il garantit un maintien fiable du capteur dans sa position, et évite, lors d'un montage correct, que le capteur ne soit éjecté hors de son emplacement.

## AVERTISSEMENT



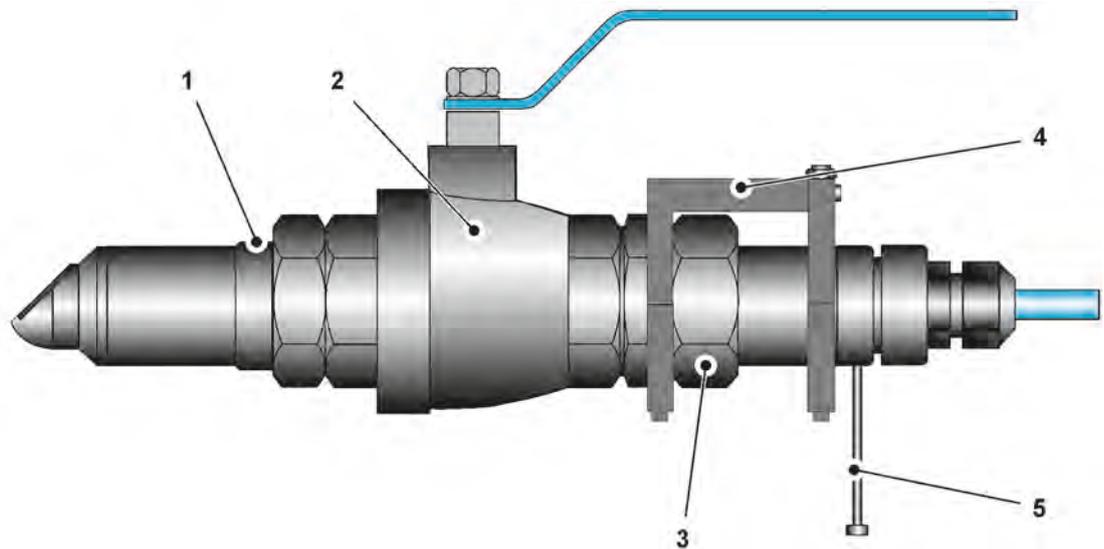
### **Installez le capteur cylindrique uniquement avec un élément de fixation**

*Le capteur cylindrique ne doit jamais être installé sans élément de fixation. Le joint situé à l'intérieur du raccord fileté sert uniquement à l'étanchéité. Il n'a aucune fonction de fixation.*

*Des capteurs de vitesse sans élément de fixation peuvent se détacher du raccord fileté et mettre des personnes en danger ou compromettre des parties du site.*

*Le non-respect peut blesser des personnes suite à l'éjection du capteur.*

*L'éjection de capteurs peut provoquer des écoulements incontrôlés du milieu à mesurer, pouvant éventuellement inonder le site.*



- 1 Raccord fileté double
- 2 Vanne d'isolement
- 3 Raccord fileté capteur
- 4 Élément de fixation pour capteurs cylindriques
- 5 Aide à l'alignement (vis M4)

**Fig. 12-28 Composants d'un montage de capteur cylindrique**



### **Nettoyez et éliminez la graisse des composants du capteur**

Avant le montage, éliminez la graisse de la partie arrière du capteur cylindrique ainsi que des éléments de serrage (fraisage semi-circulaire) arrières inférieurs et supérieurs à l'aide de produits appropriés afin de garantir un serrage optimal. Capteur et éléments de serrage doivent être secs.

Sans élimination de la graisse et séchage des deux éléments et du capteur, l'adhérence se réduit entre capteur et élément de fixation dans des dimensions non estimables. Par conséquent, un maintien fiable du capteur n'est plus assuré.

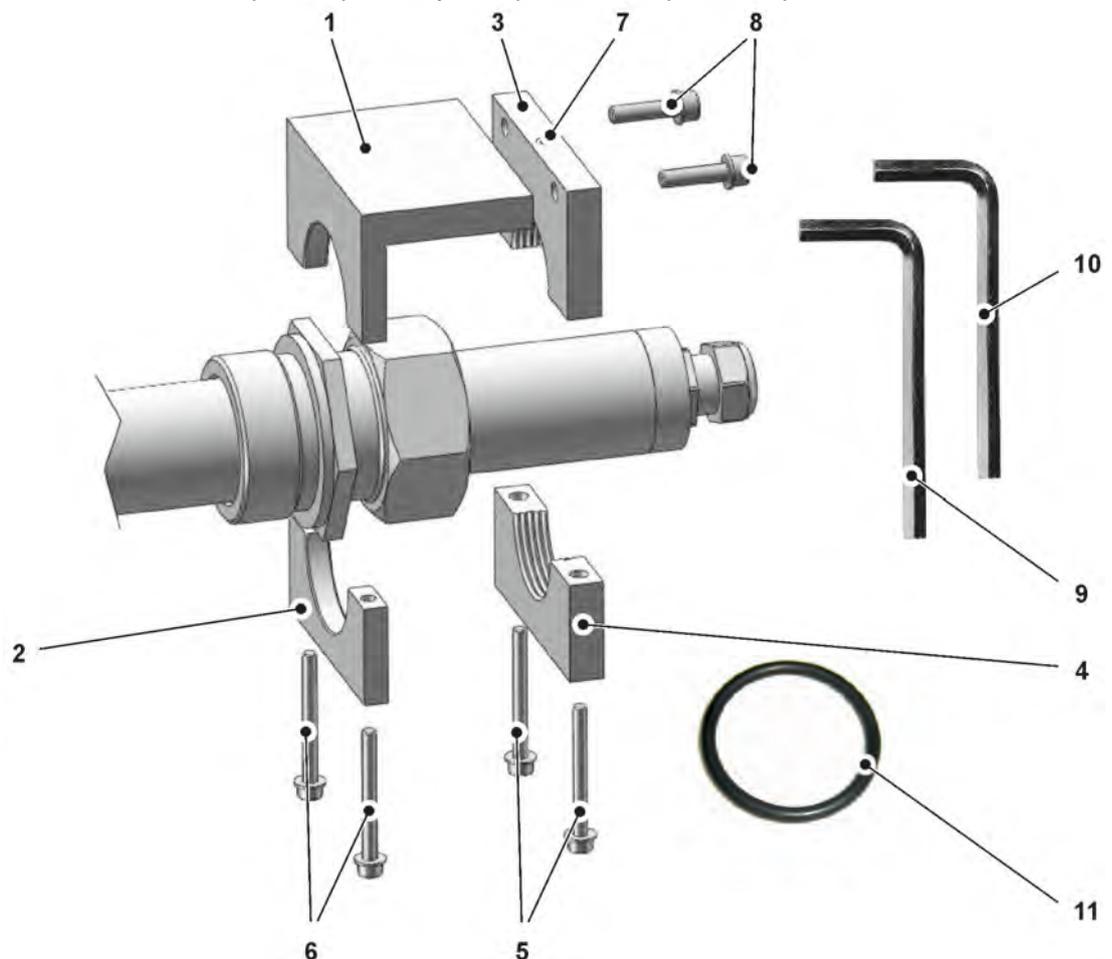


### **Respectez les charges maximales**

L'élément de fixation pour capteurs cylindriques fourni par NIVUS a été testé par un bureau de contrôle indépendant pour une charge en continu de 4 bars ainsi qu'une sollicitation par à-coup (30 secondes) de 8,0 bars.

Des plages de pression supérieures ne sont pas garanties.

L'élément de fixation pour capteurs cylindriques est composé des pièces suivantes:



- 1 Elément de serrage avant, supérieur
- 2 Elément de serrage avant, inférieur
- 3 Elément de serrage arrière, supérieur
- 4 Elément de serrage arrière, inférieur
- 5 2x Vis à tête à 6 pans creux (Allen®) M5
- 6 2x Vis à tête à 6 pans creux (Allen®) M4

- 7 Vis sans tête soudée pour sécurité de serrage supplémentaire
  - 8 2x Vis à tête à 6 pans creux (Allen®) M5
  - 9 Clé Allen à 6 pans creux (Allen®) 3 mm
  - 10 Clé Allen à 6 pans creux (Allen®) 2,5 mm
  - 11 Joint torique de remplacement pour raccord fileté
- 

**Fig. 12-29 Vue éclatée de l'élément de fixation pour capteur**

➡ Procédure de **montage**:

1. Graissez légèrement l'intérieur du joint torique situé à l'intérieur du raccord fileté capteur.



**Fig. 12-30 Graissage du raccord fileté capteur**

2. Vissez le raccord capteur dans le manchon soudé ou dans la vanne d'isolement.



**Fig. 12-31 Fixez le raccord fileté capteur sur la vanne d'isolement**

3. Positionnez le capteur cylindrique, comme décrit précédemment dans ce chapitre.



**Fig. 12-32 Positionnez le capteur**

4. Fixez le capteur par léger serrage à la main de l'écrou raccord (plus ½ tour).



**Fig. 12-33 Fixez le capteur**

5. Vissez les éléments de serrage avant (supérieur et inférieur) à l'aide des deux vis à tête à 6 pans creux (Allen®) M4 (Fig. 12-29 n° 7) derrière l'écrou raccord.



**Fig. 12-34 Fixation de l'élément de serrage avant (inférieur)**

6. Vissez l'élément de serrage arrière, supérieur (Fig. 12-29 n° 3) à l'aide des deux vis à tête à 6 pans creux (Allen®) M5 à l'élément de serrage avant, supérieur.



**Fig. 12-35 Reliez les éléments de serrage arrière supérieur et avant supérieur**

7. Fixez à l'aide des 2 vis à tête à 6 pans creux (Allen®) M5 l'élément de serrage bas arrière à l'élément haut arrière. Veuillez serrer les deux vis avec au moins 6 Nm afin de garantir la sécurité testée.
8. Vérifiez l'étanchéité de tous les raccords filetés. En cas de fuite sous conditions de processus, resserrez les raccords à visser correspondants ou mettez le site hors fonctionnement pour remplacer des joints défectueux, ruban téflon ou autres.



**Fig. 12-36 Desserrage pour dégagement du capteur**

➡ Procédure lors du **démontage** du capteur à des fins de nettoyage et de contrôle:

**AVERTISSE-  
MENT**



***La conduite doit être exempte de pression***

*Avant de démonter le capteur, assurez-vous que la conduite est vidangée et exempte de pression afin d'éviter que le liquide ne se répande et que des pièces volantes ne présentent de risques.*

1. Desserrer les deux vis à tête à 6 pans creux M5 (Fig. 12-35) les écrous-raccord.



**Fig. 12-37 Desserrer l'écrou-raccord pour le démontage du capteur**

2. Retirez le capteur en laissant les deux éléments de serrage arrière vissés inchangés sur le corps du capteur cylindrique.



**Fig. 12-38 Retirez le capteur pour nettoyage et contrôle**

3. Vérifiez le capteur et le nettoyez si nécessaire.
4. Remplacez la bague coupante et réinsérez le capteur dans le raccord à visser. Les éléments de serrage restant sur le corps du capteur servent d'arrêt et d'aide au positionnement (Fig. 12-38).
5. Resserrez l'écrou raccord et les deux vis à tête M5.



**Fig. 12-39 Sécurisez le capteur lors de son remontage**

## 12.8 Capteurs à visser et à insertion type NOS

### Positionnement des capteurs sur la conduite

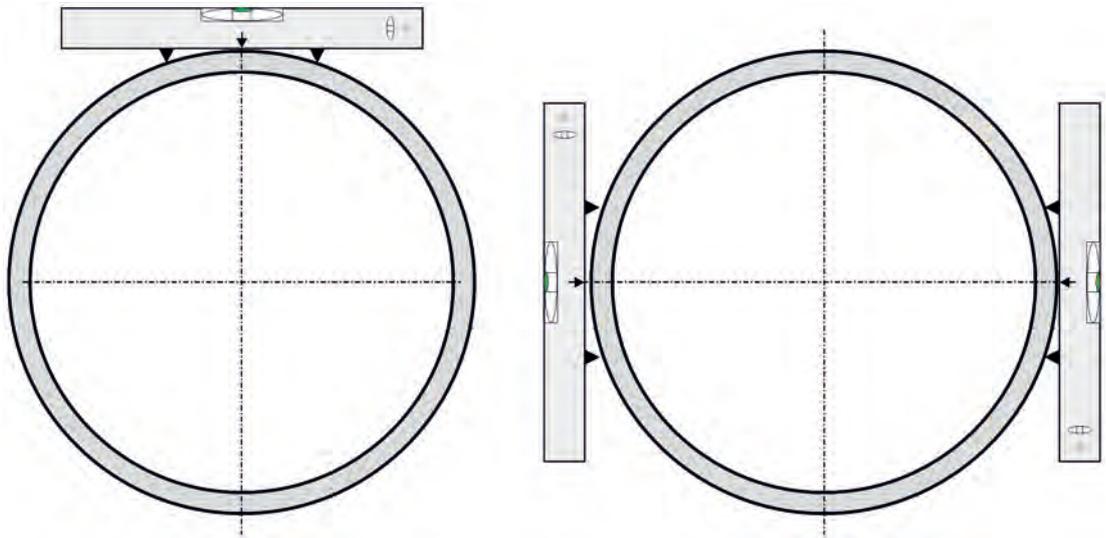
Pour la détermination du centre de la conduite, un marqueur niveau à bulle avec écarteurs est nécessaire. Il sera posé sur le dessus transversalement par rapport au cheminement de la conduite.

Les deux écarteurs droite et gauche du niveau à bulle seront poussés le plus loin possible vers d'extérieur de sorte que le niveau à bulle ne repose plus sur la conduite mais uniquement sur les écarteurs.

Maintenant, le niveau à bulle sera aligné de sorte qu'il soit à horizontale (dans l'eau). A présent, vous devez transposer le marquage du niveau à bulle sur votre conduite. Pour ce faire, l'utilisation d'un crayon, d'une craie en cire ou similaire est le plus approprié.

Répétez à intervalles de 2 à 3 fois du diamètre de la conduite et reliez les deux marquages entre eux. L'axe de la conduite se situe le long de ce marquage.

Pour une plus grande précision, reprenez la méthode décrite ci-dessus sur l'autre côté de la conduite.



**Fig. 12-40 Détermination du centre de la conduite**

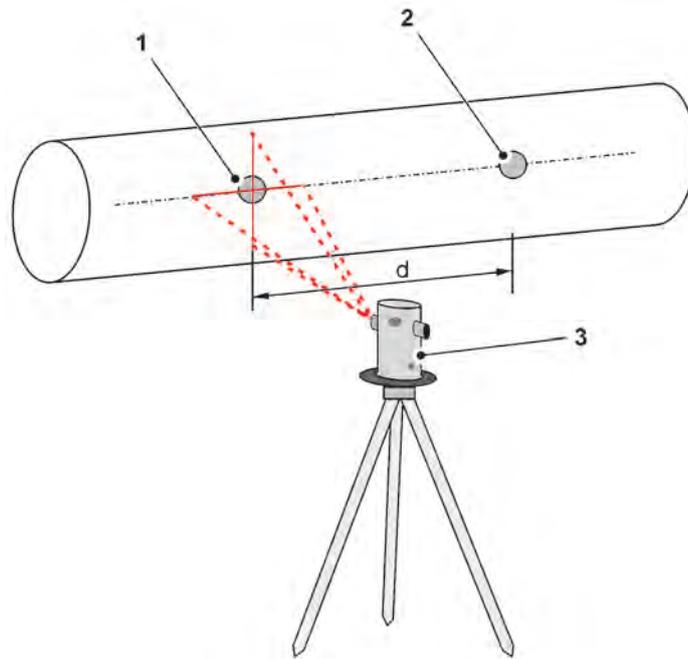
Les positions des capteurs sont déterminées à l'aide d'un niveau laser (p. ex. « Lasermark Gizmo-Lite »).

### Position 1 (face avant)

Alignez le pointeur sur la ligne horizontale (centre de la conduite) (Fig. 12-41) et tracez la position verticale sur la conduite. Le point supérieur est important pour le transfert de la ligne verticale sur la moitié arrière de la conduite.

### Position 2 (face avant)

La position 2 est appliquée à une distance du diamètre de la conduite « d » de la position 1 sur la ligne horizontale. Il est également important ici que le point supérieur de la ligne verticale soit retransmis à la moitié arrière de la conduite.



- 1 Position capteur 1
- 2 Position capteur 2
- 3 Niveau Laser

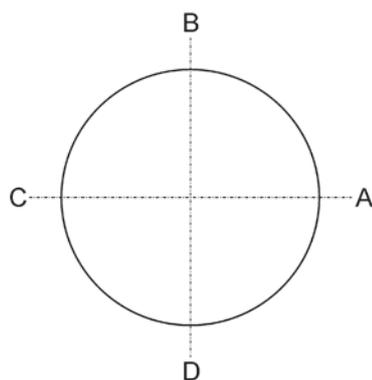
**Fig. 12-41 Détermination des positions des capteurs face avant / face arrière**

**Position 1 (face arrière)**

Alignez le pointeur sur la ligne horizontale et verticale transmises ci-dessus et enregistrez la verticale.

**Position 2 (face arrière)**

Procédure analogue à la position 1 (arrière). La distance  $d$  (diamètre de la conduite) doit être entre la position 1 et la position 2.



**Fig. 12-42 Contrôle des distances des positions capteurs**

Les distances de la circonférence entre AB et CD doivent être égales.  
Si ce n'est pas le cas, la procédure décrite ci-dessus doit être répétée.

Si la conduite est accessible tout autour, vérifiez également les distances entre AD et CD.  
Celles-ci doivent correspondre aux distances comme AB et CB.  
Si ce n'est pas le cas, la mesure sera répétée comme décrit précédemment.

## Positionnement d'une mesure multi-cordes dans la conduite

Lors d'une mesure de plus de 2 cordes et de plusieurs niveaux dans la conduite, utilisez les capteurs à visser et à insérer de différents angles de 18°, 30°, 45° et 54°.

Dans l'exemple suivant, les différentes distances des capteurs de chaque corde sont représentées dans une conduite de diamètre 508 mm.

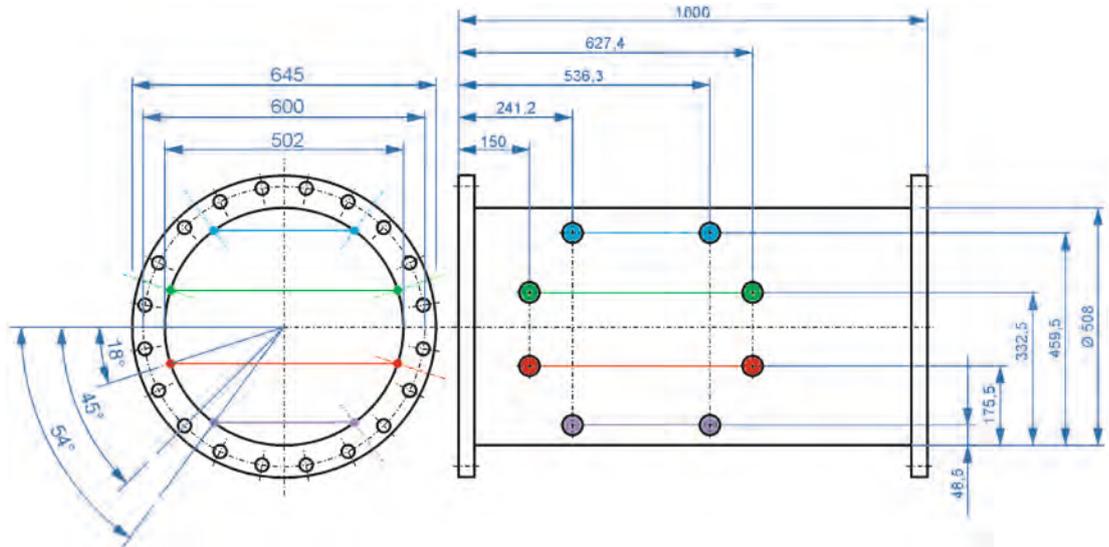


Fig. 12-43 Exemple positionnement multi-cordes

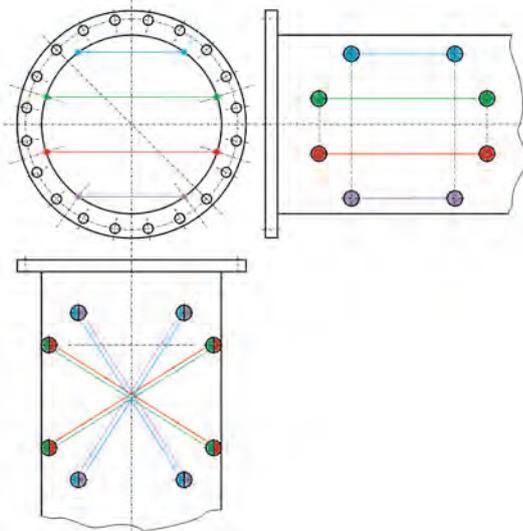


Fig. 12-44 Parcours des cordes dans l'exemple ci-dessus

Pour les capteurs à visser ou à insertion de type NOS, les mêmes critères s'appliquent, quant au choix du point de mesure, que pour les capteurs cylindriques de type NIS (voir chap. 12.5).

Les capteurs à visser ou à insertion de type NOS sont vissés dans un manchon 1¼" et alignés. Le trou de perçage ne doit pas être supérieur à 43 mm.

Avant vissage, NIVUS recommande d'enrober le filetage des capteurs d'un cordon ou d'un ruban en téflon et d'y appliquer une pâte de montage.

Cette mesure empêche que le manchon ne soit rongé et en même temps, il sert à l'étanchéité des capteurs.



**Fig. 12-45 Préparation pour le montage de capteurs à visser**



**Graissez filetage à l'aide de pâte grasse**

Lors du montage de capteurs à visser ou à insertion, utilisez une pâte grasse spéciale pour raccords filetés en acier inox selon DIN 2353 (p. ex. pâte grasse 325-250 de Volz GmbH). Graissez légèrement le filetage.

Une pâte grasse est disponible chez NIVUS.

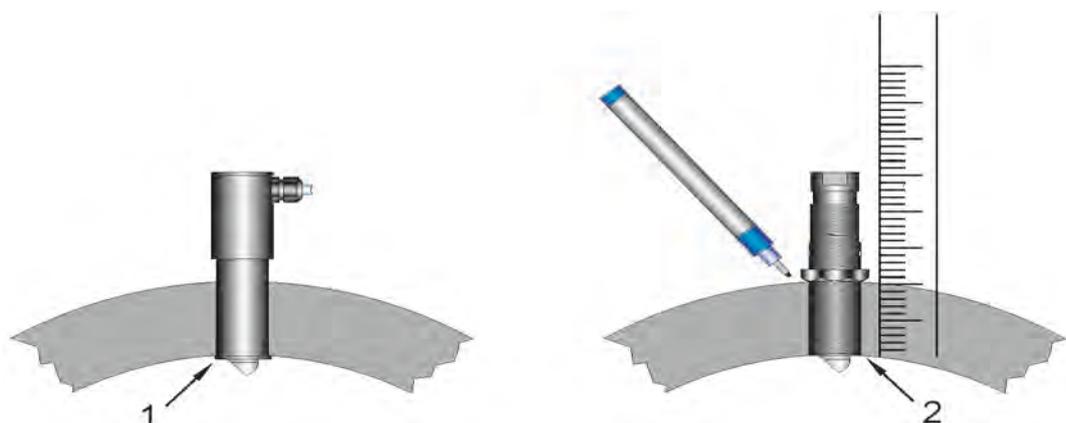
Lors du montage de capteurs à visser ou à insertion, assurez-vous que le capteur affleure avec la paroi intérieure de la conduite. Pour ce faire, mesurez préalablement à l'aide d'un mètre ruban et transcrire à l'aide d'un feutre de couleur sur le filetage du capteur (Fig. 12-46).

Après vissage du capteur, sécurisez celui-ci à l'aide d'un contre-écrou.



**Alignez complètement le capteur, puis raccordez**

Le capteur ne pourra être connecté qu'après achèvement de l'alignement (comme représenté à la Fig. 12-49).

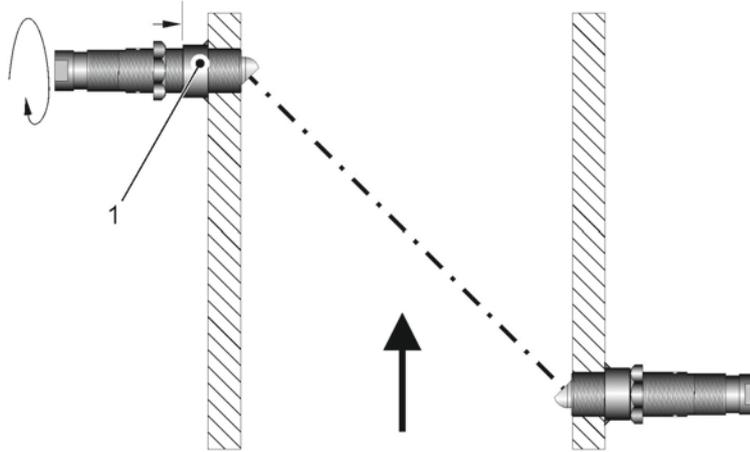


- 1 Capteur à insérer avec bague de positionnement (à installer de l'intérieur)
- 2 Capteur à visser affleurant avec la paroi intérieure de conduite

**Fig. 12-46 Détermination de la position du capteur pour les capteurs à visser / à insérer**

➡ Procédure:

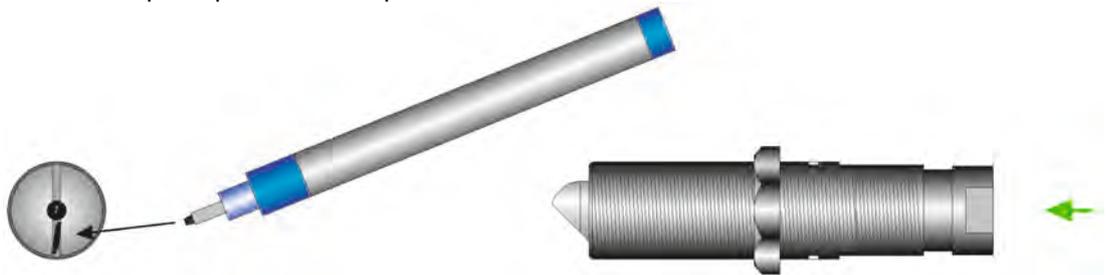
1. Le capteur à visser sera inséré par vissage jusqu'au marquage ou à la butée et alignez sur la position du faisceau. La tête du capteur est pour l'instant à ajuster approximativement à env. contre le sens d'écoulement (Fig. 12-47).



1 Manchon 1¼"

**Fig. 12-47 Positionnement capteur à visser**

2. Sur la face inférieure du capteur se situe une rainure longitudinale se prolongeant parallèlement à la tête de capteur – à cet endroit, l'alignement de la tête du capteur peut être marqué avec un feutre.



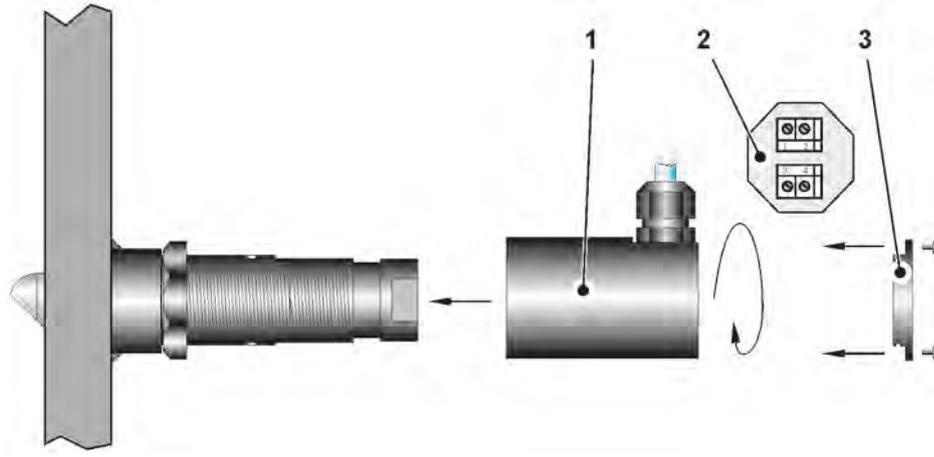
**Fig. 12-48 Marquage de l'aide à l'alignement pour capteurs à visser**

3. Ensuite, la tête de capteur est alignée à l'aide d'un démonte-pneu. Il convient de veiller à ce que les deux capteurs soient alignés précisément l'un contre l'autre. Le contre-écrou (Fig. 12-49 n° 1) doit être, si nécessaire, légèrement desserré.



1 Contre-écrou

**Fig. 12-49 Alignement capteurs à visser**



- 1 Contre-écrou
- 2 Platine de connexion
- 3 Bouchon de fermeture

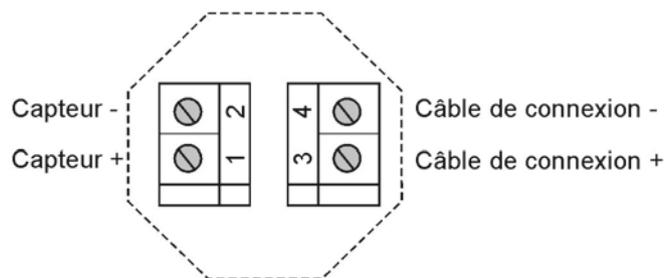
**Fig. 12-50 Vissage du manchon de raccordement**

4. Le manchon de raccordement du capteur (sans bouchon de fermeture) est visé jusqu'à la butée sur le capteur. Maintenant, les câbles des capteurs sont raccordés à la platine de connexion comme représenté en Fig. 12-52.



**Fig. 12-51 Câble dans le manchon de raccordement**

5. Le câble capteur est passé à travers le presse-étoupe.



- Borne 1 = Capteur + (RD/BK)
- Borne 2 = Capteur - (BK)
- Borne 3 = Câble de connexion + (argent) – vers le transmetteur
- Borne 4 = Câble de connexion - (cuivre) – vers le transmetteur

**Fig. 12-52 Platine de connexion**

6. Enfin, la platine de connexion est à insérer dans le manchon de raccordement du capteur et le bouchon de fermeture à fixer à l'aide de 2 vis, sur le manchon de raccordement du capteur (Fig. 12-50).

## 12.9 Capteurs Clamp-On

### 12.9.1 Généralités

Les capteurs Clamp-On seront fixés de manière fiable et solide. Utilisez uniquement des matériaux de fixation insensibles à la corrosion.

Pour un couplage fiable du signal acoustique vers le milieu à mesurer, il est nécessaire d'utiliser une pâte de couplage appropriée. Celle-ci doit être appliquée entre la surface du capteur et la paroi extérieure de la conduite. Un tube de pâte de couplage est fourni avec la première livraison.

Cette pâte de couplage peut être commandée, contre paiement, chez NIVUS.

Des couches de peinture, des galvanisations, des surfaces de corrosion et similaires interfèrent sur le couplage fiable du signal. Elles doivent être complètement éliminées avant l'installation à l'aide de ponceuses orbitales, papier de verre, brosses de contact, meules ou un outil similaire approprié.

Avant le montage des capteurs, le matériau et l'épaisseur de paroi de la conduite doivent être contrôlés. Le matériau de la conduite devrait être en fonte, en acier ou en acier inoxydable.

Ces matériaux peuvent être sélectionnés pour la mise en service directement au menu paramètres du transmetteur.

Consultez NIVUS avant la mise en service pour la compatibilité d'autres matériaux de conduite.

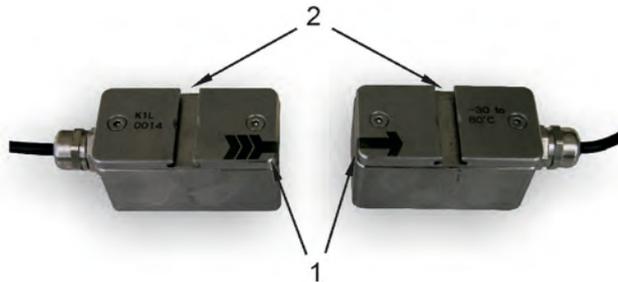


#### ***Dans un premier temps, paramétrez le transmetteur***

*Le transmetteur doit être paramétré avant le montage des capteurs Clamp-on.*

*Le transmetteur calcule la distance capteur requise. Cette distance doit être prise en compte lors du montage du capteur.*

### 12.9.2 Capteurs Clamp-On type NIC0



- 1 Flèche sens d'écoulement (uniquement pour type NIC0 K1L)
- 2 Rainure pour la fixation de la sangle

**Fig. 12-53 Paire de capteurs (capteur A et B)**

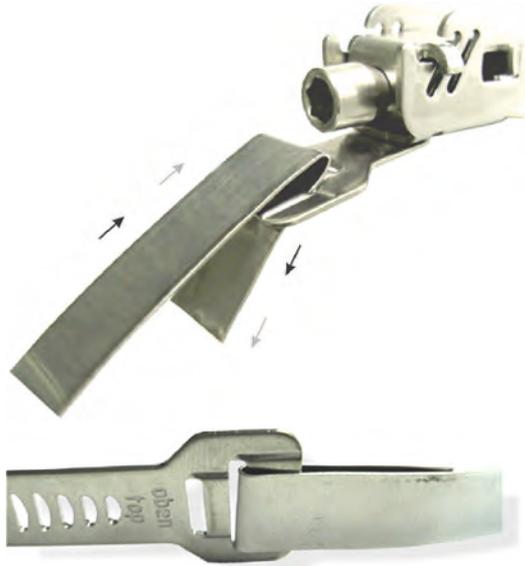
Pour la fixation des capteurs, utilisez les sangles ou le système de rail (accessoire de montage ZUB0 CORAIL) fournis en option. Le système de rail peut être commandé, contre paiement, chez NIVUS.

#### **➡ Conditions:**

- Les capteurs sont raccordés.
- Le transmetteur/le point de mesure est paramétré.
- La position des capteurs est définie et une mesure de test a réussi.

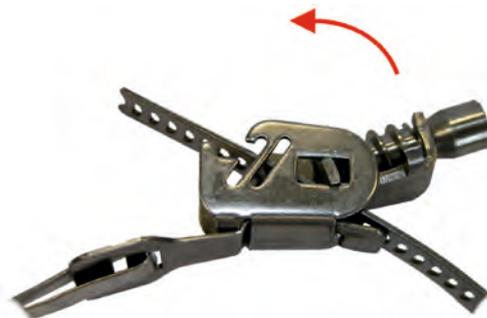
➔ Procédure:

1. Mesurez la circonférence de la conduite. Rajouter 60 mm au diamètre mesuré. La somme correspond à la longueur de sangle requise (inclus à la livraison).
2. Passez l'extrémité de la sangle selon Fig. 12-54 à partir du haut à travers la fente du tendeur.
3. Recourbez la sangle vers l'arrière d'environ 30 mm. Des retours plus courts peuvent glisser lors de la mise sous tension de la sangle.



**Fig. 12-54 Accrochez la bande de serrage dans le tendeur**

4. Enduisez les surfaces des capteurs en contact avec la conduite de pâte de couplage.
5. Faire passer le capteur avec la rainure située en haut (Fig. 12-53) dans la sangle de serrage. La flèche sur la partie supérieure du capteur doit pointer dans le sens d'écoulement.
6. Passez la deuxième extrémité de la sangle de serrage à partir du haut à travers la fente de la partie perforée du tendeur et repliez également d'env. 30 mm en dessous de l'extrémité de la sangle.
7. Placez la sangle autour de la conduite, glissez la perforation sous le rabat de la serrure et fermez.





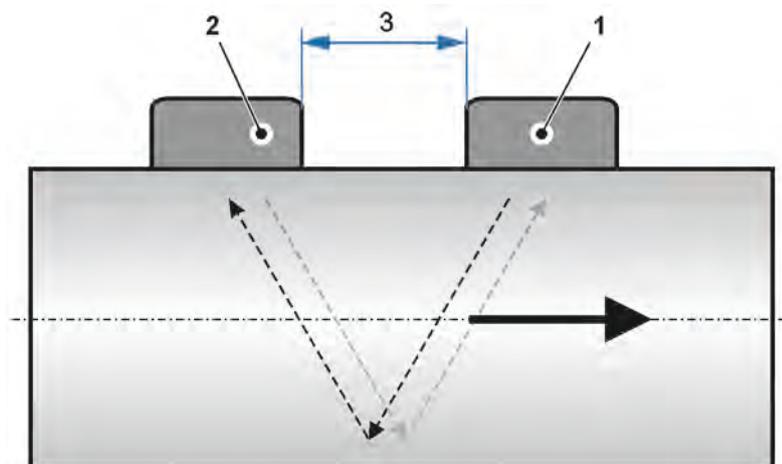
**Fig. 12-55 Introduire la sangle de serrage et fermez le tendeur**

8. Tendez la jonction à l'aide d'une clé Allen® 5 mm.



**Fig. 12-56 Tendre la liaison de la sangle de serrage**

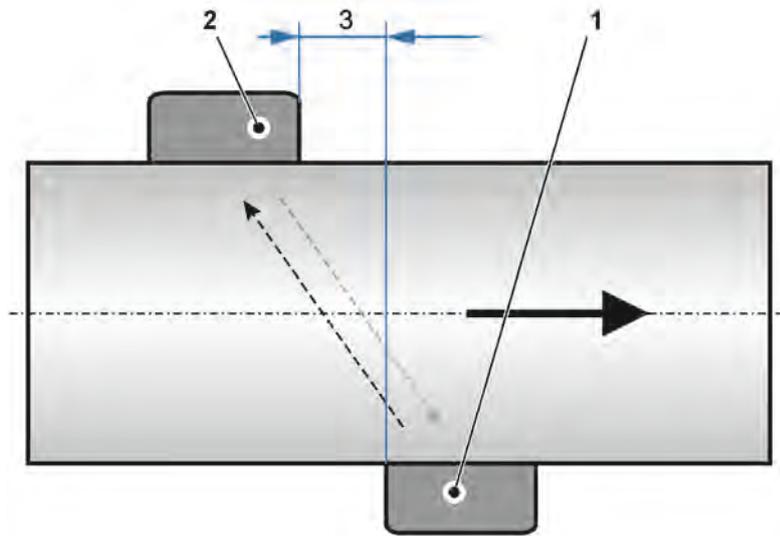
9. Fixez le deuxième capteur parallèlement à la conduite de la même manière que précédemment.



- 1 Capteur 1
- 2 Capteur 2

3 Distance requise entre les capteurs

**Fig. 12-57 Mesure à 1 corde, disposition de la corde: côte à côte (montage V)**



- 1 Capteur 1
- 2 Capteur 2
- 3 Distance requise entre les capteurs

**Fig. 12-58 Mesure à 1 corde, disposition de la corde: diagonal (montage \)**

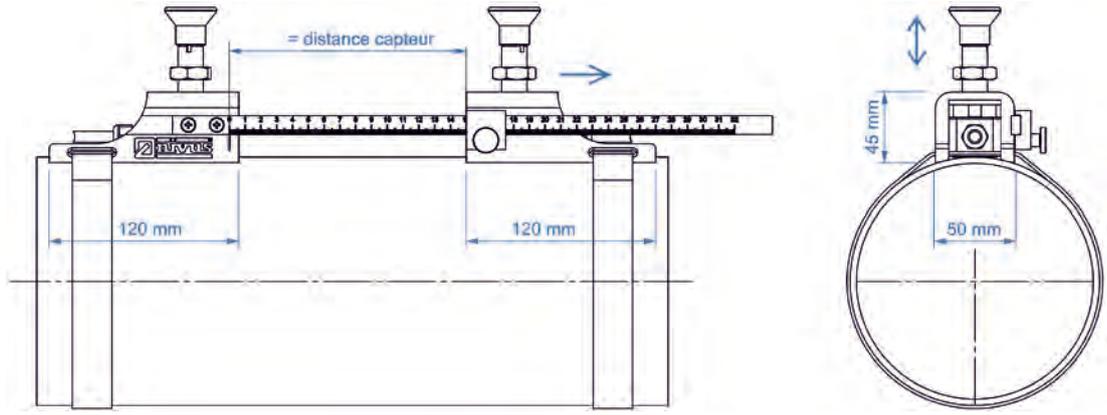
**12.9.3 Capteurs Clamp-On type NIC-CO01**



**Fig. 12-59 Paire de capteurs Clamp-On NIC-CO01**

Pour le montage des capteurs, utilisez les sangles de serrage / sangle métallique ou la barre de mesure fournies en option (voir chap. « 22 Système de fixation pour capteurs Clamp-On NIC-CO01 »). La barre de mesure ne peut être utilisée que si les deux capteurs clamp-on sont montés du même côté de la conduite (avec disposition V).

Le système de fixation peut être commandé chez NIVUS.



**Fig. 12-60 Dimensions du système de montage**

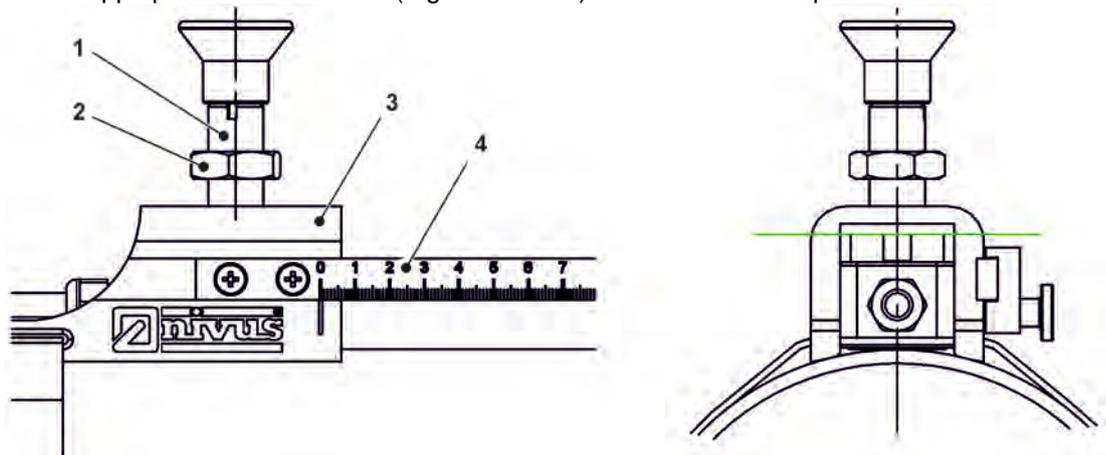
## Montage

### ➤ Conditions:

- Les capteurs sont raccordés.
- Le transmetteur/le point de mesure est paramétré.
- La position des capteurs est définie.

### ➤ Procédure:

1. Déterminez le diamètre/circonférence extérieure de la conduite et préparez les sangles de serrage/sangle métallique à la longueur appropriée. Pour la sangle métallique, la longueur appropriée sera d'environ 60 mm plus longue que la circonférence déterminée de la conduite.
2. Vissez le manchon fileté (Fig. 12-61 n° 1) sur l'écrou d'arrêt jusqu'à ce qu'il recouvre de 1...2 mm le bord intérieur (Fig. 12-61, ligne verte) du capteur sabot (Fig. 12-61 n° 3).
3. Appliquez le contre-écrou (Fig. 12-61 n° 2) à la main sur le capteur sabot.



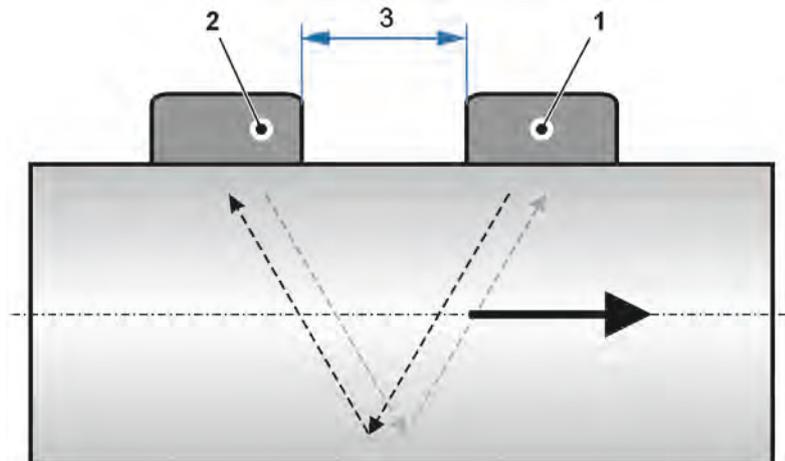
**Fig. 12-61 Installez le système de fixation**

4. Appliquez le premier capteur sabot sur la position déterminée et passez la sangle de serrage/sangle métallique à travers le guide situé sur le capteur sabot.
5. Fermez et serrez la sangle de serrage/sangle métallique
  - Insérez la sangle de serrage dans la boucle et serrez-la à l'aide de la fonction à cliquet
  - Pliez la sangle métallique (similaire à celle décrite au chapitre 12.9.2) à une extrémité sur environ 30 mm et accrochez-la à la boucle sans fin. Insérez l'autre extrémité dans la vis sans fin et serrez celle-ci à l'aide d'un tournevis plat ou une clé SW10 jusqu'à ce que la sangle métallique soit bien serrée. Pliez

l'extrémité libre vers l'intérieur pour éviter toute blessure (éventuellement raccourcir un peu au préalable).

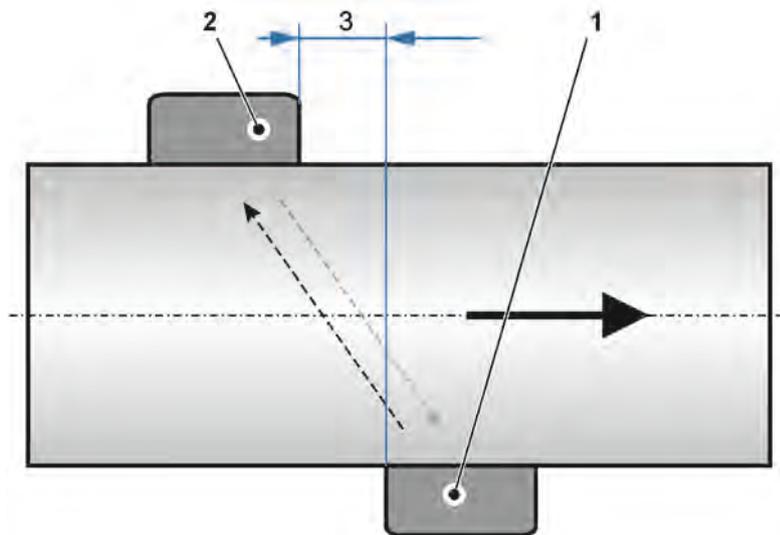
Le capteur sabot s'aligne de par sa forme sur la conduite dans le sens longitudinal.

6. Graissez la tête du capteur (surface de contact) avec de la graisse de couplage.
7. Tirez sur l'écrou d'arrêt et poussez le capteur jusqu'à la butée du capteur sabot.
8. Relâchez l'écrou d'arrêt. Le capteur est bloqué par la pression du ressort dans la rainure (partie supérieure du capteur).
9. Fixez le deuxième capteur sabot parallèlement à la conduite, comme indiqué dans la procédure précédente. La distance requise (Fig. 12-62/ Fig. 12-63 n° 3) entre les capteurs est spécifiée par le transmetteur paramétré et doit être confirmée par un test de mesure avant le montage.  
Pour une **disposition en V**, la distance peut être lue sur l'échelle de mesure (Fig. 12-61 n° 4). L'échelle de mesure est positionnée, pour le capteur 2, de manière à ce que l'arête avant du capteur sabot corresponde exactement à la distance à régler sur l'échelle de mesure (Fig. 12-60).  
Pour une **disposition en \**, la mesure de distance doit être déterminée et ajustée sans l'aide de l'échelle de mesure (Fig. 12-61 n° 4), étant donné que les deux capteurs sont fixés sur les côtés opposés de la conduite (Fig. 12-63).
10. Insérez le deuxième capteur et répétez le test. Si nécessaire, desserrez le deuxième capteur sabot et corrigez le réglage.



- 1 Capteur 1
- 2 Capteur 2
- 3 Distance requise entre les capteurs

**Fig. 12-62** Mesure à 1 corde, disposition de la corde: côte à côte (montage V)



- 1 Capteur 1
- 2 Capteur 2
- 3 Distance requise entre les capteurs

**Fig. 12-63 Mesure à 1 corde, disposition de la corde: diagonal (montage \)**

### **Nettoyage/Entretien**

Pour le nettoyage et l'entretien des capteurs, tirez l'écrou d'arrêt correspondante et dégager le capteur vers l'arrière hors de son capteur sabot. Après le nettoyage, graissez à l'aide de pâte de couplage et réinsérez-la jusqu'à la butée. La position et le réglage des capteurs restent inchangés.

## 13 Alignement des capteurs

### 13.1 Généralités

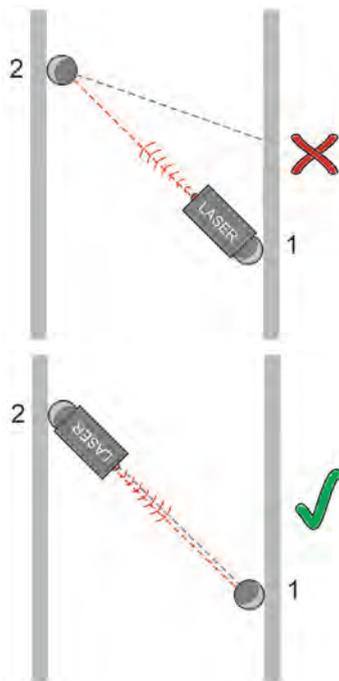
Pour un bon fonctionnement de la mesure par temps de transit, un alignement précis des capteurs est primordial.  
Les surfaces d'émission des différents capteurs doivent se « voir » dans les deux directions (avec et contre le sens d'écoulement).



#### ***Alignez correctement les capteurs***

*Les capteurs de vitesse de chaque corde doivent être alignés précisément les uns sur les autres.*

Sur des points de mesure où le point de réflexion des capteurs est accessible, NIVUS recommande, pour l'alignement des capteurs, un télémètre laser (par exemple Bosch DLE) ou un système théodolite.



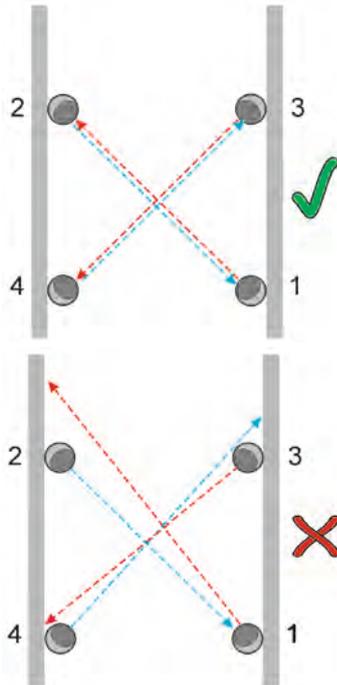
**Fig. 13-1** Télémètre laser pour l'alignement des capteurs

Le télémètre laser doit être placé précisément sur la face émettrice du capteur de sorte que le faisceau laser puisse être aligné sur le capteur opposé.



**Fig. 13-2** Installez le télémètre laser précisément sur la face émettrice

Procédez avec le 2ème capteur de la même manière. C'est le seul moyen de garantir que les faces émettrices des deux capteurs sont parfaitement opposées.



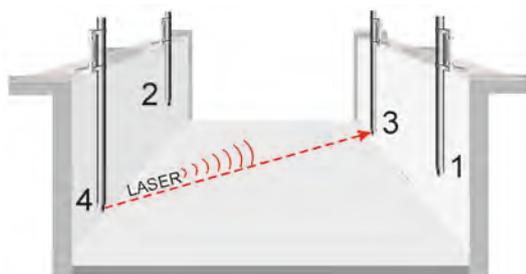
**Correct:**

Les 4 capteurs sont alignés les uns sur les autres.

**Erreur:**

Les capteurs ne sont pas alignés les uns sur les autres.

**Fig. 13-3** Présentation schématique de l'alignement des capteurs



**Fig. 13-4** Exemple d'alignement des capteurs

Sur des points de mesure où le point de réflexion capteur n'est pas accessible, le relevé des mesures du site ainsi que le montage des supports pour capteurs doit être très précis.

### 13.2 Capteurs tubulaires

Lors de la mise en œuvre de capteurs tubulaires, ceux-ci peuvent être alignés l'un par rapport à l'autre, à partir du haut, en les tournant légèrement ou en les déplaçant vers le haut/vers le bas tout en observant simultanément la puissance du signal sur le transmetteur.



Fig. 13-5 Alignement de capteurs tubulaires horizontalement et verticalement

### 13.3 Capteurs hydrodynamiques

Il n'existe aucune possibilité d'aligner les capteurs hydrodynamiques après le montage. Ils doivent être installés de telle sorte que les surfaces des capteurs soient alignées l'une par rapport à l'autre. Pour ce faire, utilisez un télémètre laser.

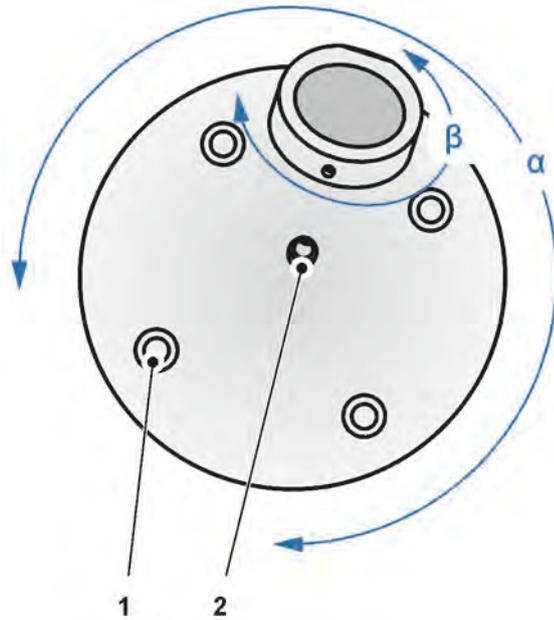
## 13.4 Capteurs hémisphériques

### Capteur sur la plaque de montage

Pour régler l'angle  $\alpha$ , desserrez les quatre vis (Fig. 13-6 n° 1) à l'aide d'une clé Allen de 5 mm et resserrez-les après le réglage.

### Tête de capteur

Pour régler l'angle  $\beta$ , desserrez la vis (Fig. 13-6 n° 2) à l'aide d'une clé Allen de 4 mm et resserrez-la après le réglage.

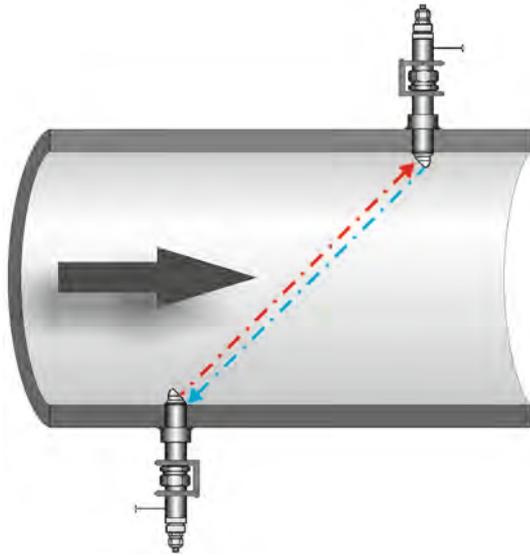


- $\alpha$  = Capteur rotatif sur la plaque de montage
- $\beta$  = Tête de capteur rotative
- 1 = 4x vis pour serrer le capteur – desserrez pour régler l'angle  $\alpha$
- 2 = 1x vis pour serrez la tête du capteur sur le capteur – desserrez pour régler l'angle  $\beta$

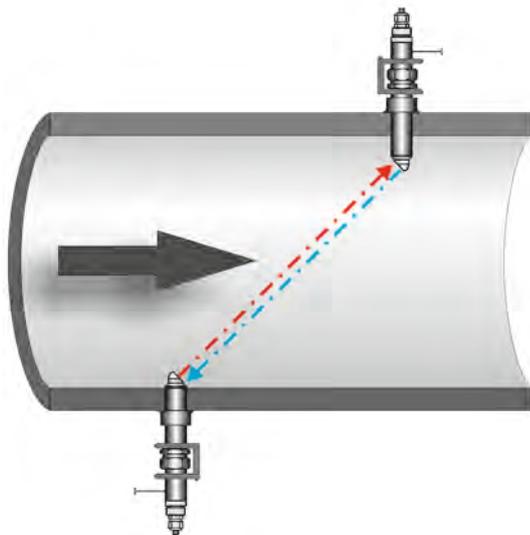
**Fig. 13-6 Alignement capteur hémisphérique**

### 13.5 Capteurs cylindriques, capteurs à visser et à insertion

Dans des conduites fermées, les deux capteurs de chaque corde doivent être alignés l'un par rapport en les faisant légèrement tourner. Lors d'un montage un peu trop court du manchon (distance trop courte) dans la conduite, une insertion minimale du capteur dans la conduite peut améliorer l'intensité du signal (ainsi, la distance du capteur éventuellement incorrecte peut être compensée).



Alignement du capteur lors d'un montage **exact** du manchon.



Alignement du capteur lors d'un montage **non exact** du manchon.

Fig. 13-7 Alignement capteurs dans conduite par insertion

## Accessoires et aides au montage

### 14 Support de fixation et tôle de protection pour capteurs tubulaires

Pour la fixation de capteurs tubulaires NOS, deux options de support sont disponibles:

- Fixation sur des parois verticales (NOZ00 HAL0)
- Fixation sur une couronne murale horizontale avec un minimum de 400 mm de large (NOZ00 HAL90)

Le matériel de fixation ci-dessous est inclus au support:

- 4x vis à tête hexagonale M12x30
- 4x cheville SX 12x60
- 4x rondelle

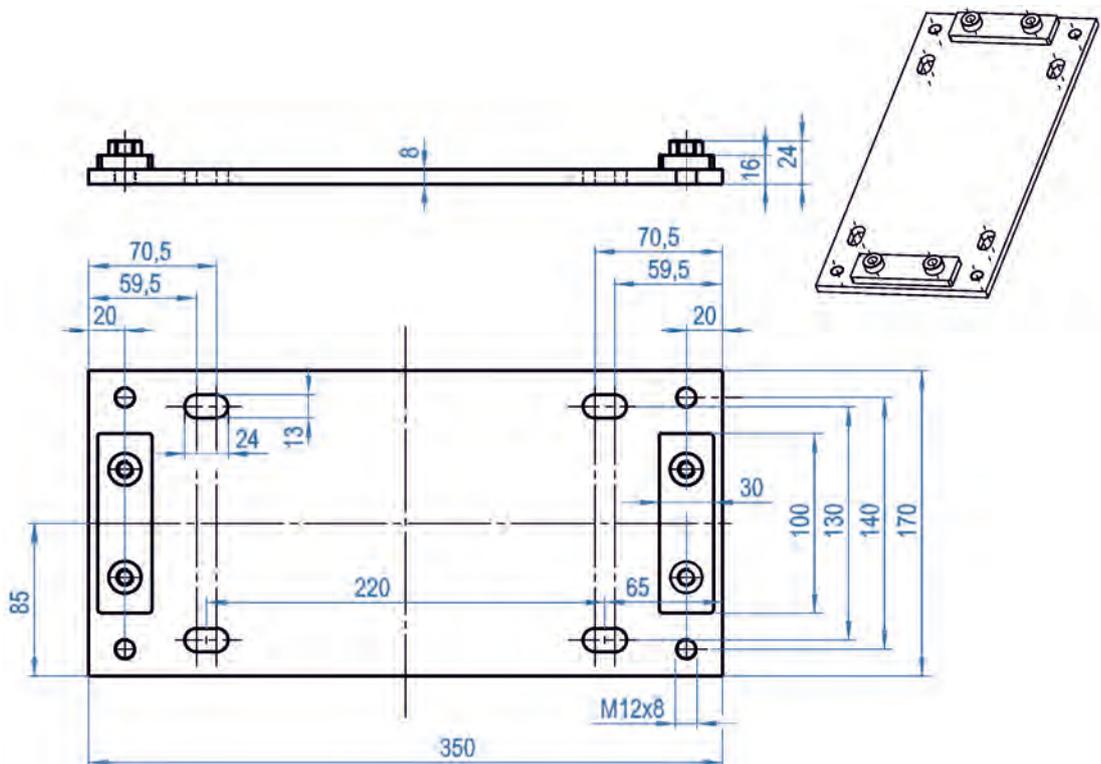
Pour une fixation fiable du capteur:

- 4x vis de réglage M12
- 4x contre-écrou M12



#### **Installez les dispositifs de fixation à la verticale**

*Lors du montage, installez les supports à l'aide d'un niveau à bulle précisément au vertical.*



**Fig. 14-1 Supports capteurs tubulaires (NOZ00 HAL0)**

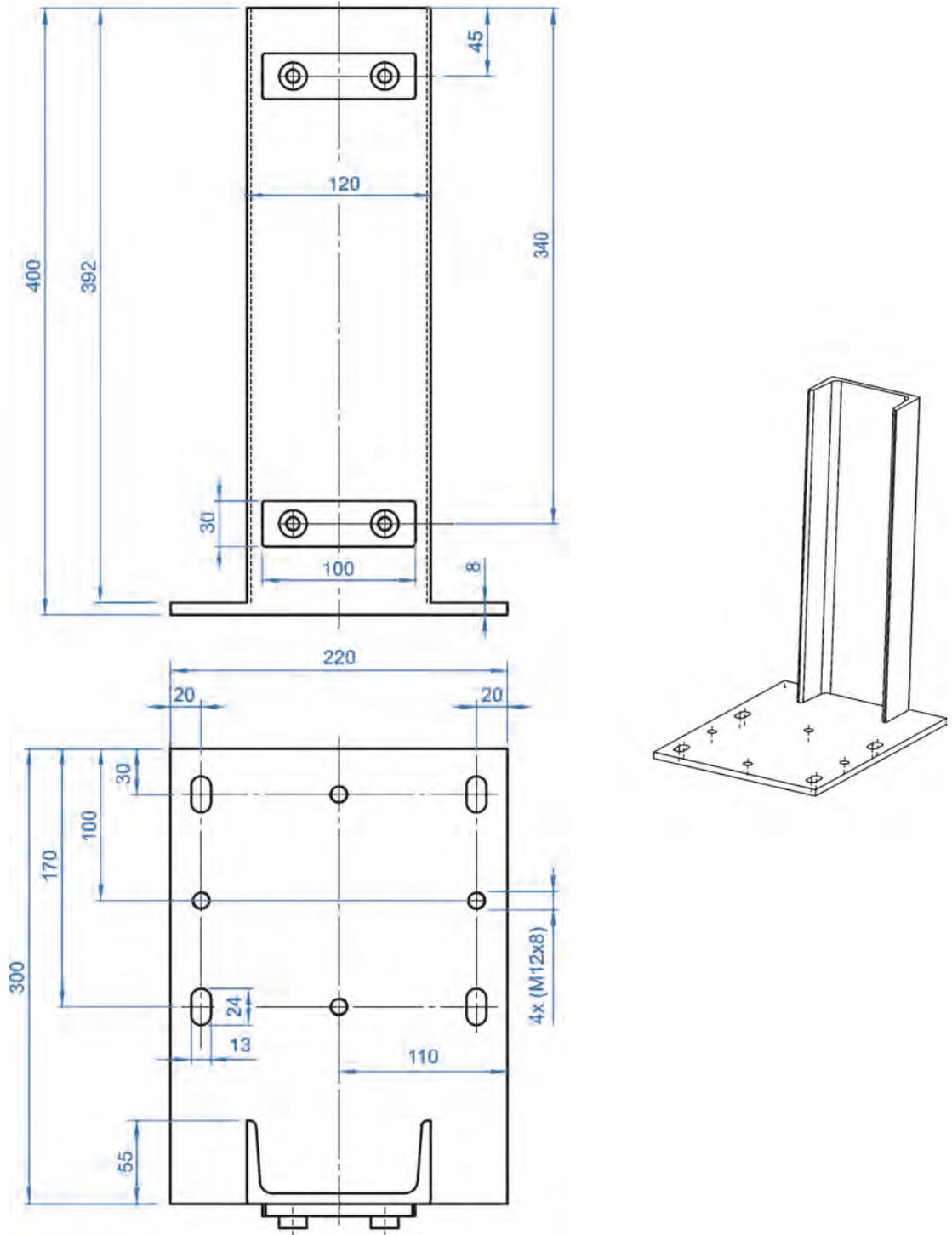


Fig. 14-2 Supports capteurs tubulaires (NOZ00 HAL90)

### Tôle de protection pour capteurs tubulaires

Des tôles de protection optimisées au flux pour capteurs tubulaires sont disponibles en longueurs de 1300 et 3000 mm. Ces tôles de protection sont nécessaires lors d'importantes vitesses (risque de vibrations) et/ou de débris flottants (risque d'accrochage).

La fixation est réalisée à l'aide de chevilles à enfoncer M8 et de son outil de percussion.

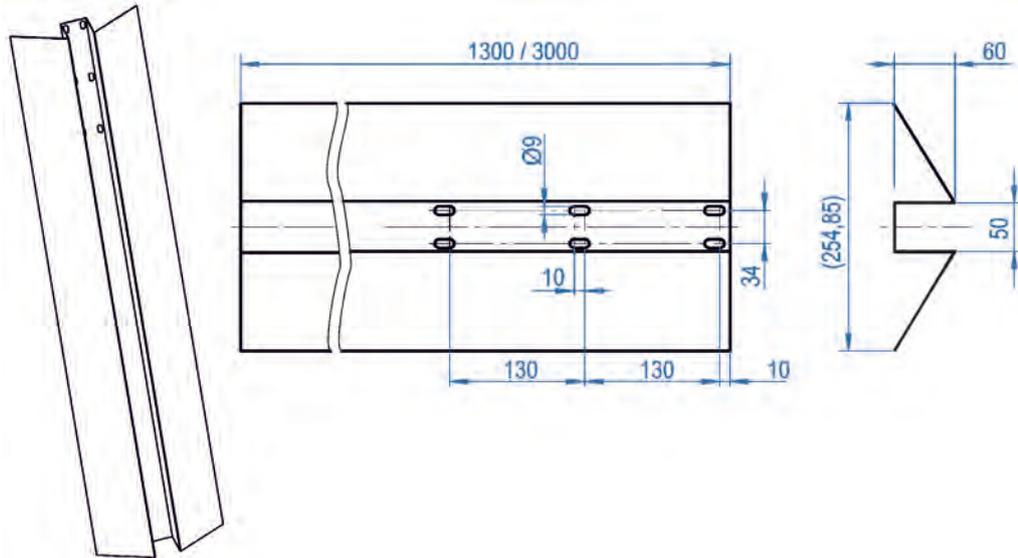


Fig. 14-3 Tôle de protection optimisée au flux pour capteurs tubulaires

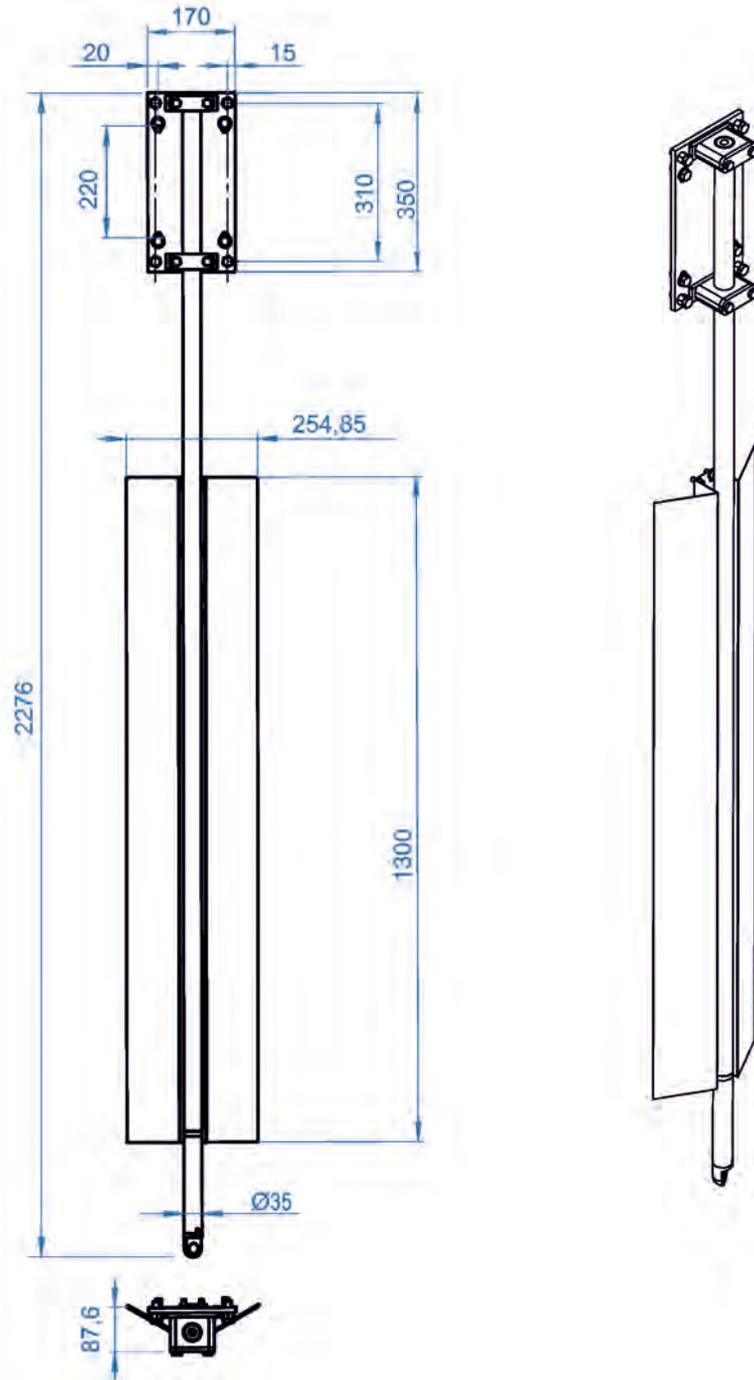


Fig. 14-4 Support de fixation (NOZ00 HAL0) avec tôle de protection optimisée au flux

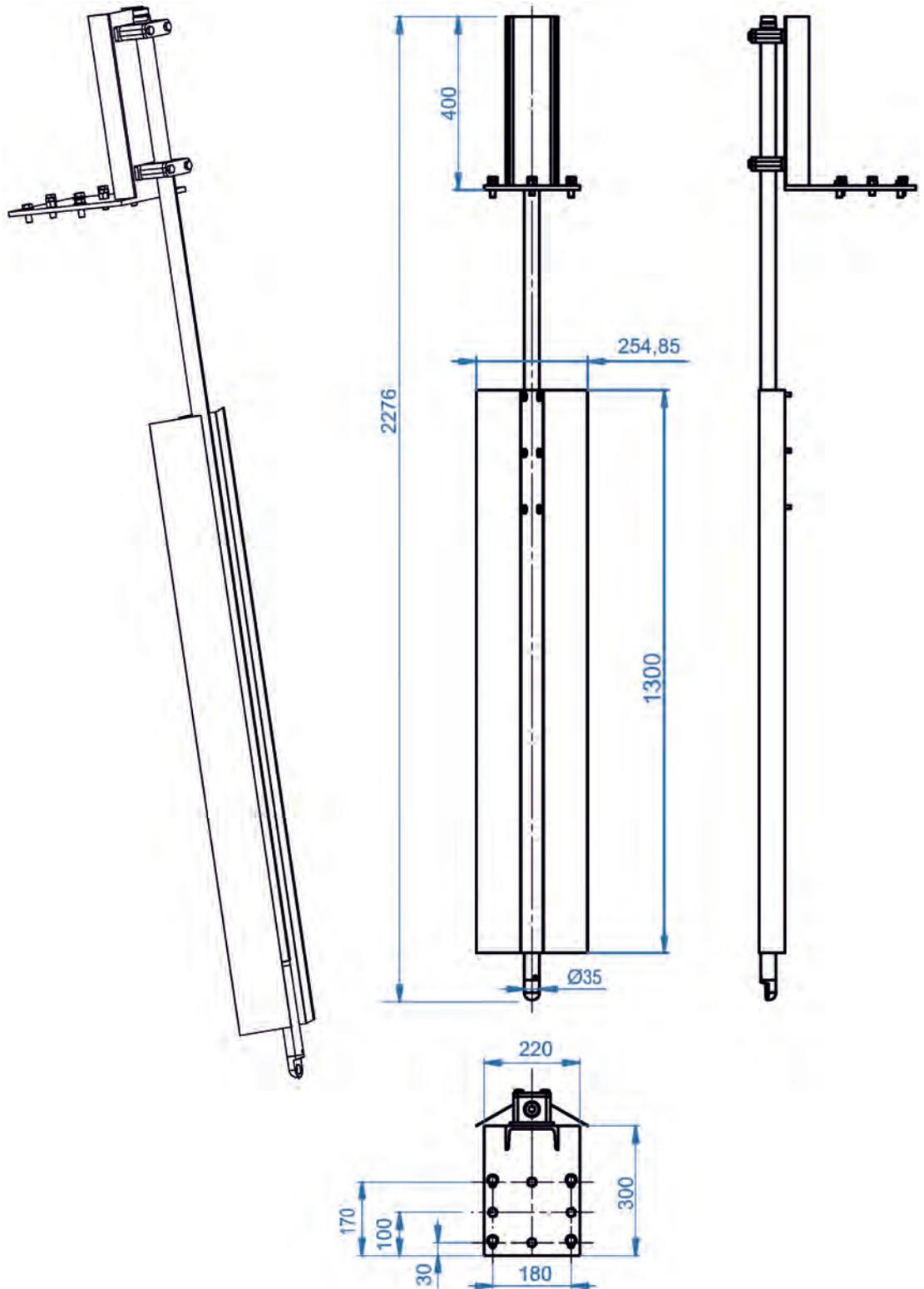


Fig. 14-5 Support de fixation (NOZ00 HAL90) avec tôle de protection optimisée au flux

## 15 Dispositif de fixation pour capteurs hémisphériques

Des dispositifs de fixation, optimisés au flux, pour capteurs hémisphériques sont disponibles en option. Pour la fixation, des vis à tête cylindrique M8x40 en acier inox sont incluses. Deux cotés du support sont pourvus de pré-perçages (pouvant être cassés à l'aide d'une pince) pour la sortie de câble. Fixez l'arête de protection fournie sur la partie percée du support.

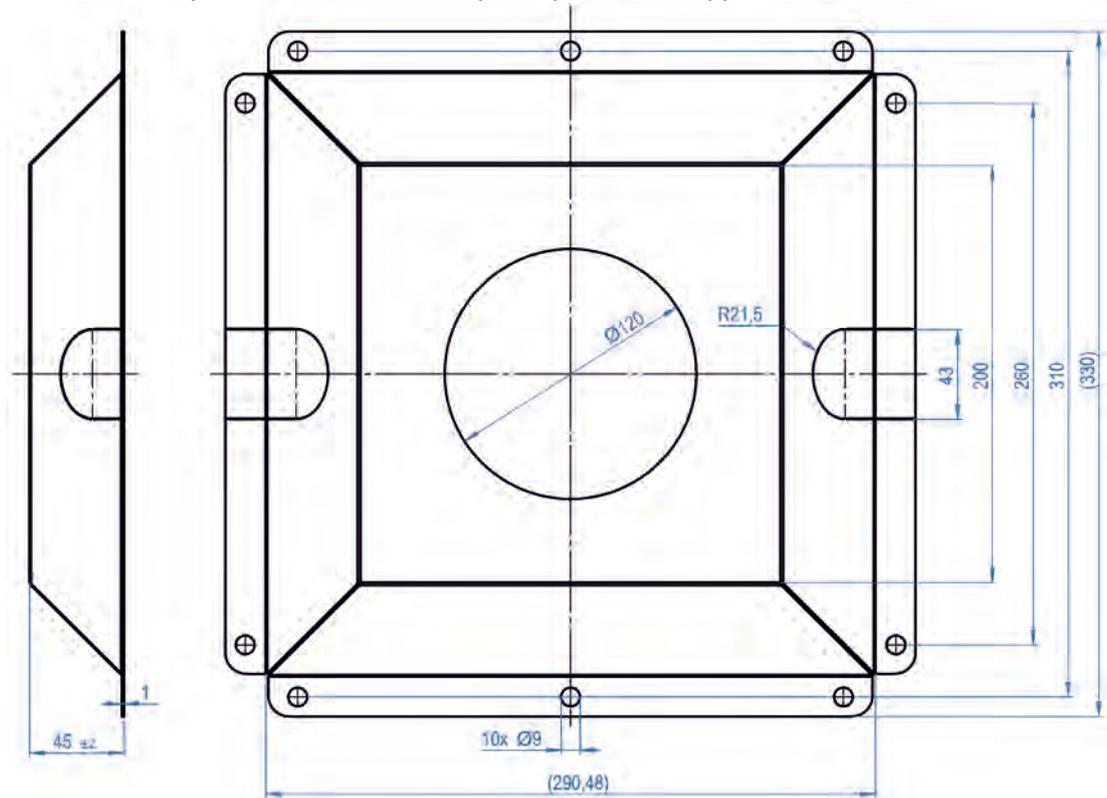


Fig. 15-1 Support de fixation (NOZ00 HALHK) pour capteurs hémisphériques

## 16 Manchon à souder pour capteurs cylindriques

Pour le montage de capteurs cylindriques de type NIS, des manchons à souder en acier ou en acier inoxydable sont disponibles. Pour des applications spéciales (espace restreint sur le site d'installation) un manchon à souder avec filetage extérieur est disponible. Sur ce dernier une vanne d'isolement peut être vissée directement.



Fig. 16-1 Vue du manchon à souder

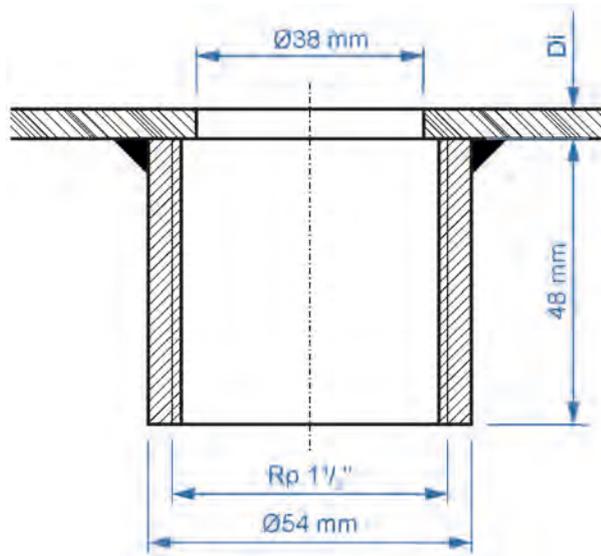


Fig. 16-2 Montage du manchon à souder

## 17 Collier de prise en charge pour capteurs cylindriques

### Description générale

Pour le montage ultérieur de capteurs cylindriques NIS, NIVUS propose des colliers de prise en charge adaptées. Ceux-ci sont disponibles en deux versions:

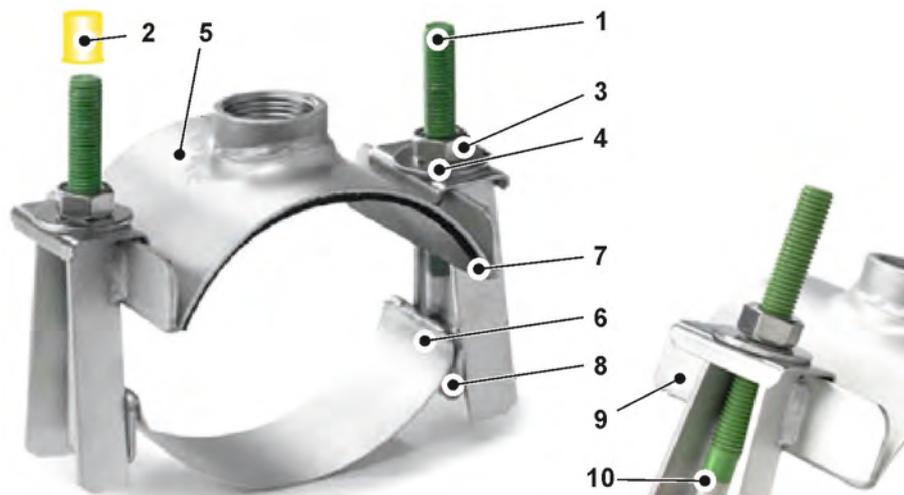
- pour des diamètres de conduite de DN100...DN400 (Fig. 17-1)
- pour des diamètres de conduite de DN450...DN1000 (Fig. 17-3)

### DN100...DN400

Toutes les pièces métalliques sont réalisées en acier inox 316. Le collier est entièrement ravivé et passivé pour empêcher la corrosion du matériau de base et de restaurer la résistance à la corrosion d'origine.

Les boulons sont revêtus de téflon pour parer à toute jonction de soudure.

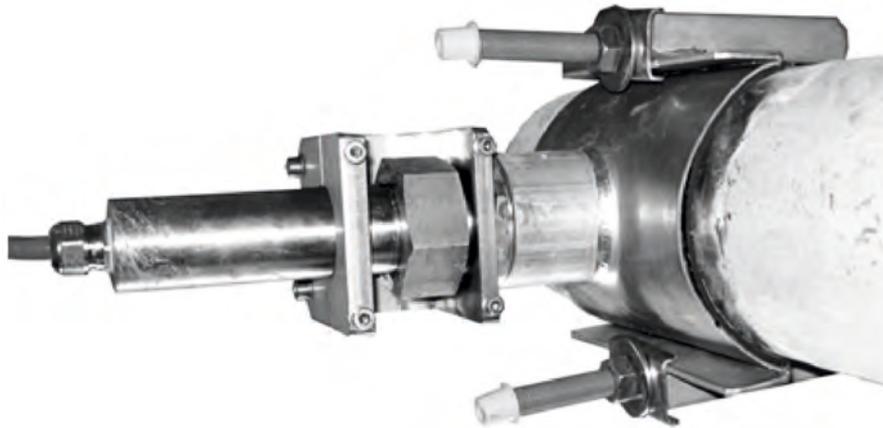
Le joint en caoutchouc garantit une parfaite étanchéité. Il est traité antioxydant /anti ozone afin de garantir un long usage.



- 1 Boulon fileté M12, (M14, M16) revêtement téflon
- 2 Capuchon de protection
- 3 Ecrou

- 4 Rondelle
- 5 Partie de selle avec filetage intérieur 1½" pouces pour bague coupante
- 6 Partie de selle avec boulon fileté
- 7 Joint en caoutchouc
- 8 Support latéral
- 9 Support de fixation
- 10 Extrémité de vis non filetée

**Fig. 17-1 Aperçu: Collier de prise DN100...DN400**



**Fig. 17-2 Exemple d'installation avec collier de prise en charge pour DN100...DN400**

**DN450...DN1000**



- 1 2x Sangle de serrage
- 2 1x Plaque de montage avec support de montage de capteur avec filetage intérieur de 1½" et joint torique interne
- 3 2x Goupille de serrage
- 4 2x Ecou/contre-écrou

*Toutes les pièces métalliques de ce système sont en acier inoxydable (1.4301 / 304)*

**Fig. 17-3 Aperçu: Collier de prise DN450...DN1000**



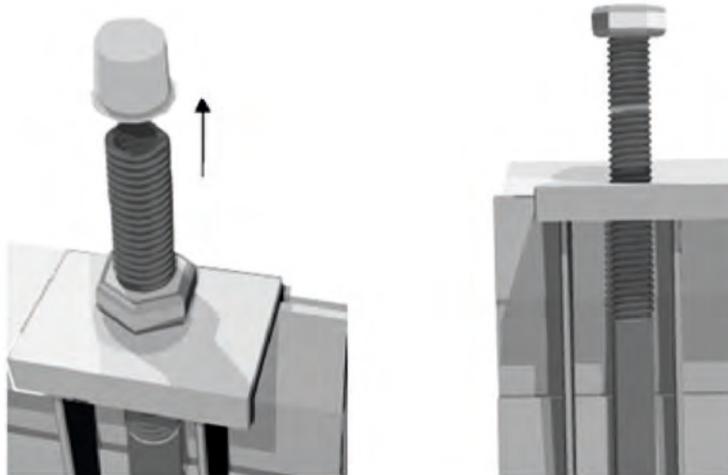
**Fig. 17-4 Exemple d'installation avec collier de prise en charge pour DN450...DN1000**

➤ Préparations au montage:

1. Vérifiez que la conduite et le point d'installation ne présentent aucune imperfection ou entaille.
2. Éliminez et nettoyez tout encrassement, graisse etc. sur la conduite.
3. Vérifiez le diamètre de la conduite et les dimensions du collier de prise en charge.
4. Graissez le filetage du manchon à l'aide d'une pâte grasse appropriée (acier inox).  
Il est recommandé d'utiliser du savon noir pour lubrifier le joint en caoutchouc (évittez huile ou graisse).

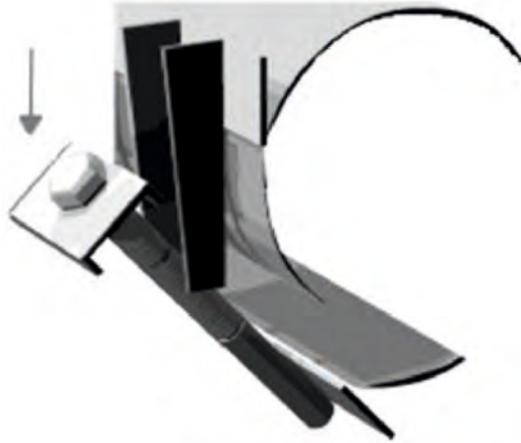
➤ Montage du collier de prise en charge DN100...DN400:

1. Percez un trou  $\varnothing 38$  mm dans la conduite. Refroidir le foret (voir chap. 19) l'aide d'une pâte spéciale.
2. Ebavurez le trou à l'aide d'une lime et éliminez les copeaux.
3. Enlevez les capuchons de protection des boulons filetés du collier.
4. Desserrer les écrous jusqu'à la fin du filetage, mais pas complètement.



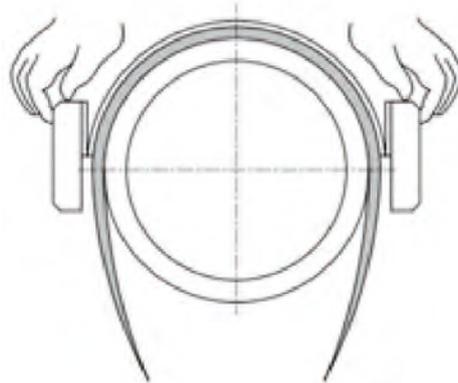
**Fig. 17-5 Enlevez les capuchons de protection et dévissez les écrous**

5. Séparez les deux pièces de la selle.



**Fig. 17-6 Séparez les pièces de la selle**

6. Vissez (serrage à la main) le raccord fileté du capteur dans le manchon du collier de prise en charge préalablement graissé.
7. Insérez le capteur et vissez (serrage à la main) le raccord fileté capteur.
8. Positionnez la partie de la selle avec le capteur sur la conduite et passez le capteur à travers le trou de la conduite. Positionner la partie inférieure de la selle autour de la conduite.

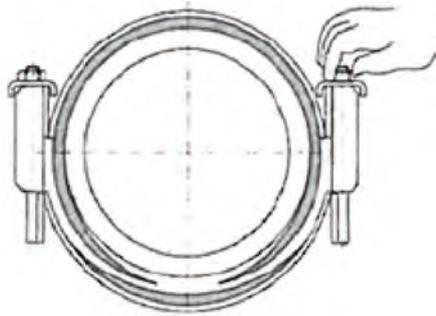


**Fig. 17-7 Positionnez la partie de la selle**

9. Sur un côté, positionnez le support de fixation au-dessus de l'extrémité du boulon et serrez l'écrou à la main. Le serrage de l'écrou emboîte le support de fixation dans le support latéral (Fig. 17-8).



**Fig. 17-8 Accrochez les supports de fixation**



**Fig. 17-9 Vissez et serrez**

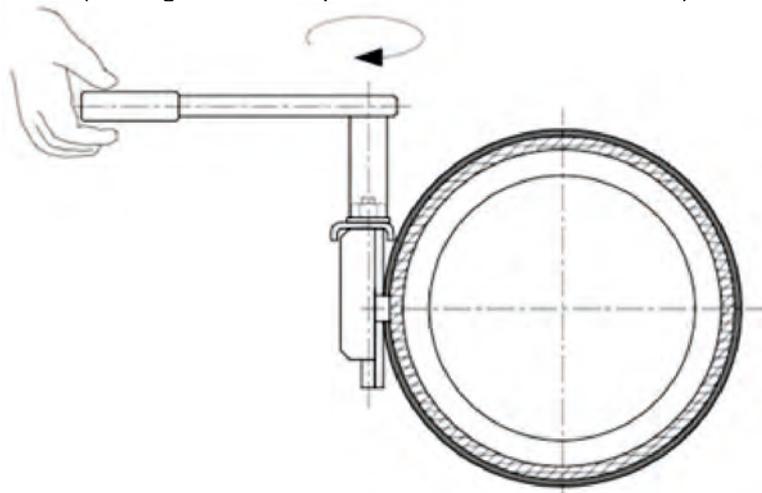
10. Avant de serrer le collier de prise en charge, assurez-vous que le capteur cylindrique peut être introduit plus profondément dans la conduite. Serrez les écrous symétriquement. Pour ce faire, utilisez une clé d'une longueur d'env. 300 mm (Fig. 17-10).

Lors du serrage des écrous le support de fixation et automatiquement emboîté dans le support latéral.

Les **couples de serrage maxi** sont admissibles (en utilisant une clé dynamométrique):

- Boulon M12, ouverture de clé 19 mm: couple de serrage 65 Nm
- Boulon M14, ouverture de clé 22 mm: couple de serrage 85 Nm
- Boulon M16, ouverture de clé 24 mm: couple de serrage 110 Nm

Utilisez un couple de serrage inférieur lors de l'utilisation de conduites PVC (renseignez-vous auprès du fabricant de conduites).



**Fig. 17-10 Serrez les écrous**

11. Dès que le collier de prise en charge est bien fixé, le capteur cylindrique peut être ajusté selon chap. « 12.7 Capteurs cylindriques type NIS » et le raccord fileté serré.

**ATTENTION**



**Détachement de parties suite à vibration**

Dès lors que le montage est réalisé sur des conduites vibrantes (p. ex. à proximité de pompes etc.), renforcez impérativement les écrous des boulons avec des contre-écrous.

En effet, les vibrations pourraient desserrer les écrous.

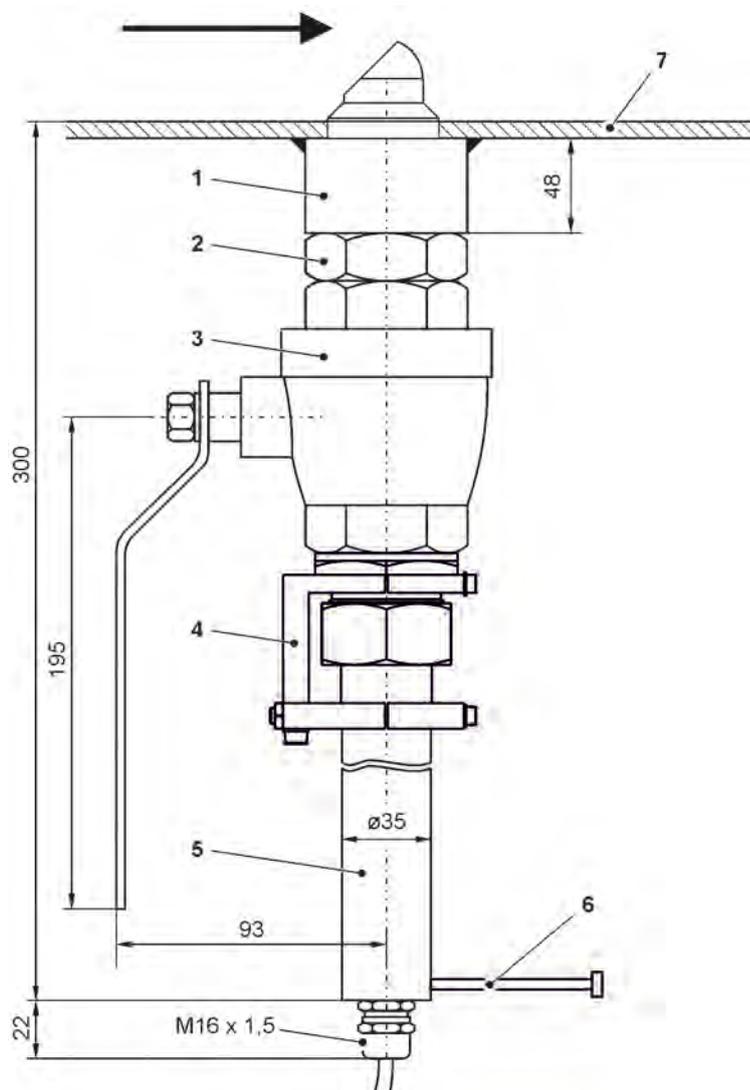
Risque de blessures suite à détachement de pièces dû à vibration.

## 18 Vanne d'isolement pour capteurs cylindriques

L'emploi supplémentaire d'une vanne d'isolement (protection anticorrosion) avec passage droit permet d'obturer rapidement et aisément l'emplacement de montage du capteur cylindrique NIS après dégagement de celui-ci hors de conduites exemptes de pression.



Fig. 18-1 Vanne d'isolement



- 1 Manchon à souder
- 2 Raccord fileté hexagonal SW50
- 3 Vanne d'isolement
- 4 Élément de fixation
- 5 Capteur cylindrique

- 6 Aide à l'alignement
- 7 Paroi de conduite

**Fig. 18-2 Montage capteur à l'aide de l'élément de fixation via vanne d'isolement et manchon à souder**

### 19 Foret et rallonge pour capteurs cylindriques

Pour le montage de capteurs cylindriques de type NIS sur des conduites en acier ou inox, des forets de  $\varnothing 36$  mm et  $\varnothing 38$  mm sont disponibles. Le foret de  $\varnothing 36$  mm est prévu pour le perçage à travers une vanne d'isolement. Pour ce faire une rallonge est nécessaire.

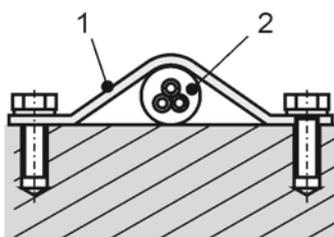


- 1 Foret  $\varnothing 36$  mm
- 2 Rallonge pour le foret

**Fig. 19-1 Foret rallongé**

### 20 Tôle de protection du câble

Pour éviter tout risque de colmatage dans le milieu, nous conseillons de recouvrir le câble d'une fine plaque inox 316, disponible en longueur de 1 m, garantissant la fixation des câbles sur des surfaces horizontales.



- 1 Protège-câble, p. ex. type ZMS 140
- 2 Câble

**Fig. 20-1 Pose de câbles avec protège-câble**

## 21 Système de rail pour capteur Clamp-On NIC0

Pour la fixation de capteurs Clamp-On de type NIC0, NIVUS propose un système de rail comprenant:

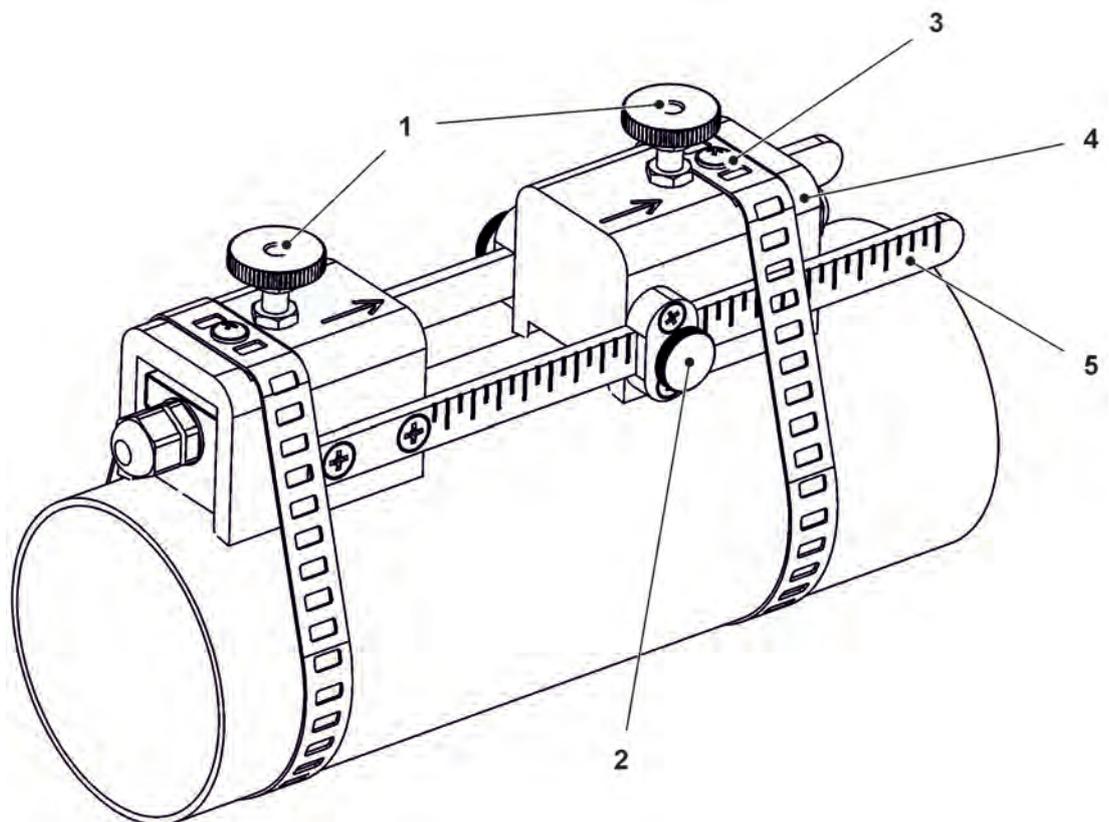
- 1x sangle de serrage 10 m
- 2x tendeur
- 2x logement amobile pour capteurs
- 2x rail de mise à l'échelle en 2 longueurs

Le système de rail peut être installé sur des conduites DN100...DN500. Il est utilisé pour une installation et une maintenance aisées des capteurs Clamp-On.

Pour le montage, la sangle doit être divisée et adaptée à la circonférence de la conduite selon chap. « 12.9.2 Capteurs Clamp-On type NIC0 ».

La sangle sera fixée à l'aide des vis (Fig. 21-1 n° 3) au logement pour capteurs.

Pour des conduites DN100...DN250 les rails de mise à l'échelle courts seront mis en œuvre. Pour des diamètres de conduites de DN250...DN500 on installera les rails plus longs.



- 1 Vis moletées pour fixation du capteur
- 2 Vis moletées pour fixation à la règle graduée
- 3 Sangle fixée par vis
- 4 Logement pour capteurs
- 5 Rail de mise à l'échelle

**Fig. 21-1** Système de rail pour capteurs Clamp-On NIC0

## 22 Système de fixation pour capteurs Clamp-On NIC-CO01

Pour la fixation de capteurs Clamp-On de type NIC-CO01 NIVUS propose un système de fixation comprenant les composants suivants:

- 1x système de fixation préinstallé; comprend:
  - 2x capteur sabot
  - barre de mesure (32 ou 78 cm de long, selon commande)
  - matériel de fixation pour la barre de mesure (2x vis, 1x bloc de maintien et 1x vis de pression)
  - 2x écrou d'arrêt, réglable (pour le serrage des capteurs clamp-on)
- 1x graisse de couplage, tube 6 g
- 2x sangle de serrage ou 1x sangle métallique avec 2x boucles sans fin (selon commande)

Le système de fixation est conçu pour des conduites pleines jusqu'à maxi DN2500 et pour différentes dispositions de montage. Le système de fixation peut varier en fonction des caractéristiques de l'application. Le tableau propose les différentes variantes possibles.

**ZUB-** Système de fixation

<b>Version</b>	
<b>CO</b>	Pour capteurs clamp-on
<b>Type</b>	
<b>RA00100</b>	2x capteur sabot pour le montage des capteurs (type NIC-CO01), tube de graisse de couplage inclus (6 g)
<b>RA00101</b>	2x capteur sabot pour le montage des capteurs (type NIC-CO01), barre de mesure 32 cm, tube de graisse de couplage inclus (6 g)
<b>RA00102</b>	2x capteur sabot pour le montage des capteurs (type NIC-CO01), barre de mesure 78 cm, tube de graisse de couplage inclus (6 g)
<b>Éléments de serrage/sangles</b>	
<b>00</b>	Sans sangle de serrage
<b>01</b>	2x sangle de serrage, longueur 3,5 m
<b>02</b>	2x sangle de serrage, longueur 6,5 m
<b>03</b>	2x sangle de serrage, longueur 10 m
<b>04</b>	Sangle métallique, largeur 12,7 mm, longueur 30 m, 2x boucle sans fin incluses
<b>ZUB-</b>	<b>CO</b>

**Tab. 5 Références articles/aperçu des variantes**

La référence article spécifie la variante d'appareil, celle-ci figure sur l'étiquette d'identification.

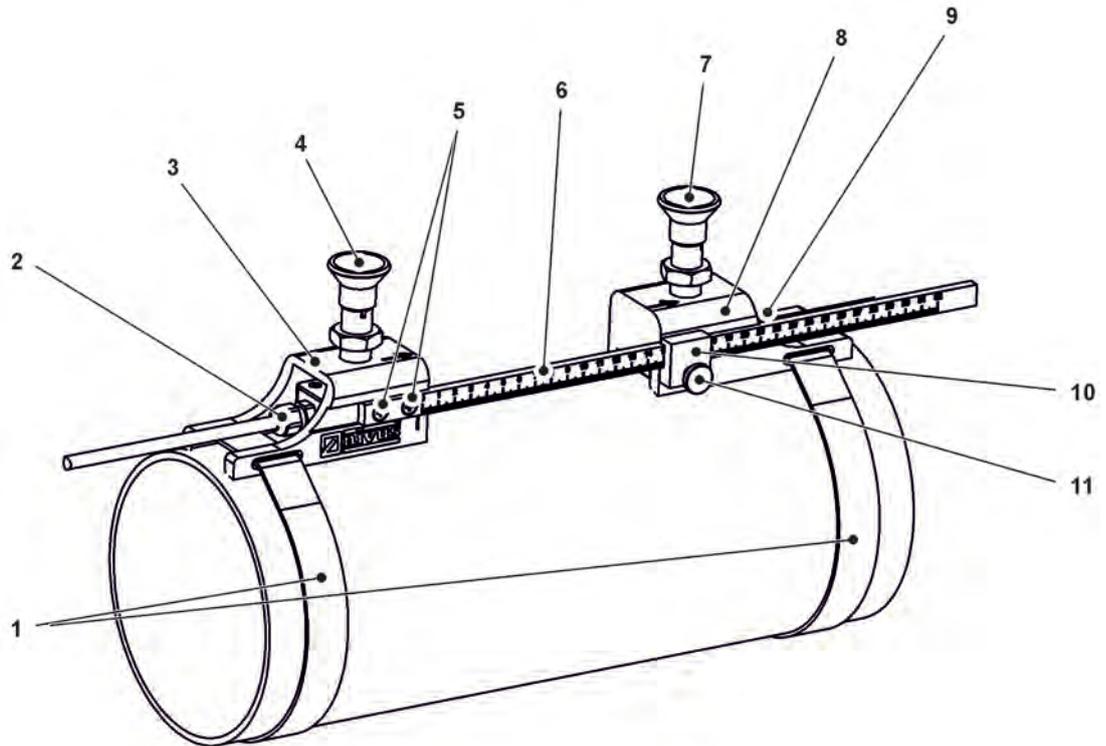
La barre de mesure 32 cm est adaptée pour des conduites DN80...DN500 et la barre de mesure 78 cm pour des conduites DN80...DN1000.

De plus, le réglage de la distance du capteur doit être effectué via d'autres outils de mesure. Les capteurs sabot, les sangles de serrage ou la sangle métallique sont toujours utilisés pour le montage des capteurs.

Le diamètre de la conduite définit la variante de sangle à utiliser:

- Longueur 3,5 m, jusqu'au DN1000
- Longueur 6,5 m, jusqu'au DN2000
- Longueur 10 m, jusqu'au DN2500

Alternativement, la sangle métallique, longueur 30 m, peut être mise en œuvre.



- 1 Sangles de serrage avec boucles ou bien sangle métallique avec boucles sans fin
- 2 Capteur clamp-on NIC-CO01 (non inclus dans le système de fixation ZUB-CO)
- 3 Capteur sabot gauche
- 4 Ecrou d'arrêt, réglable (pour le serrage du capteur clamp-on)
- 5 Vis (pour la fixation de la barre de mesure)
- 6 Echelle de mesure
- 7 Ecrou d'arrêt, réglable (pour le serrage du capteur clamp-on)
- 8 Capteur sabot droit
- 9 Capteur clamp-on NIC-CO01 (non inclus dans le système de fixation ZUB-CO)
- 10 Bloc de maintien (pour la fixation de la barre de mesure)
- 11 Vis de pression (pour la fixation de la barre de mesure)

*Remarque: les positions 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 et 11 sont livrées pré-montées.*

**Fig. 22-1 Système de fixation pour capteurs Clamp-On type NIC-CO01**

Le **montage** est réalisé selon chap. « 12.9.3 Capteurs Clamp-On type NIC-CO01 ».

### Références bibliographiques

Les normes et prescriptions suivantes ont servi de source pour l'élaboration de ce manuel d'installation:

- DIN EN ISO 748
- DIN EN ISO 6416
- Construction et exploitation de sites de mesure de débit par ultrasons (LfU)

### Index des mots-clés

<hr/> <p><b>A</b></p> <p>Aperçu des capteurs..... 12</p> <hr/> <p><b>B</b></p> <p>Bande de serrage..... 54</p> <hr/> <p><b>C</b></p> <p>Câbles</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Codes de couleurs..... 7</li> <li>Indication pour la pose ..... 33</li> </ul> <p>Changement de pente ..... 19</p> <p>Changement du profil ..... 19</p> <p>Chute ..... 18</p> <p>Clause de non-responsabilité ..... 10</p> <p>Codes de couleurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Câbles ..... 7</li> </ul> <p>Configurations du site..... 24</p> <p>Copyright ..... 3</p> <p>Courbes..... 18</p> <p>Courbures..... 18</p> <hr/> <p><b>D</b></p> <p>Détermination du centre de la conduite ..... 47</p> <p>Disposition des cordes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Mesure à 2 cordes..... 26</li> </ul> <p>Droit d'auteur et de propriété intellectuelle..... 3</p> <hr/> <p><b>E</b></p> <p>Élément de fixation pour capteurs cylindriques ..... 42</p> <p>Encombres ..... 20</p> <p>Equerre</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fixation sur un mur..... 28</li> </ul> <hr/> <p><b>G</b></p> <p>Germes..... 9</p> <hr/> <p><b>M</b></p> <p>Mauvaise utilisation ..... 10</p> <p>Mesure multi-cordes..... 48</p>	<p>Mesures de précaution ..... 9</p> <p>Mesures de sécurité ..... 9</p> <p>Modifications du profil..... 20</p> <hr/> <p><b>N</b></p> <p>Niveau Laser ..... 47</p> <p>Noms d'usage ..... 3</p> <hr/> <p><b>O</b></p> <p>Obligations de l'exploitant ..... 11</p> <p>Obstacles ..... 20</p> <hr/> <p><b>P</b></p> <p>Pose de câbles..... 32</p> <p>Profondeur d'eau minimale ..... 26</p> <hr/> <p><b>R</b></p> <p>Références bibliographiques ..... 80</p> <p>Répartition des niveaux..... 30</p> <hr/> <p><b>S</b></p> <p>Siphon ..... 21</p> <p>Site à cordes croisées ..... 24</p> <p>Site à plusieurs niveaux..... 25</p> <p>Site à une corde de mesure ..... 24</p> <p>Support mural</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fixation sur un mur droit..... 29</li> </ul> <hr/> <p><b>T</b></p> <p>Tourbillons..... 18</p> <p>Traduction ..... 3</p> <hr/> <p><b>U</b></p> <p>Utilisation conforme..... 10</p>
--	---